Stallklimatische Untersuchungen in Rinderställen des Landkreises Freising

Karlheinz Langer

1967

Aus dem Institut für Tierhygiene der Universität München
Vorstand: Professor Dr. J. Kalich

STALLKLIMATISCHE UNTERSUCHUNGEN IN RINDERSTÄLLEN DES LANDKREISES FREISING

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der veterinär-medizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität
München

von
Karlheinz Langer
prakt. Tierarzt
in Freising

München 1967

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Universität München

Dekan: Professor Dr. A. Herrlich

Referent: Professor Dr. J. Kalich

Korreferent: Professor Dr. Dr. H. Bauer

Tag der Promotion: 28. Juli 1967

UNIV. LEIDEN BIBL.

UNI-Druck, München 13, Amalienstraße 85

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
A. Einleitung	1
B. Literatur	3
1. Die Entwicklung der Tierhaltung	3
2. Stall und Tierhygiene	4
3. Die baulichen Voraussetzungen	5
a) Lage und Größe des Stalles	5
b) Umfassungsmauern	7
c) Stalldecke	8
d) Stallboden	9
e) Fenster	10
f) Lüftungseinrichtungen	11
4. Stallklima	15
a) Temperatur	16
b) Luftfeuchtigkeit	18
c) Kohlendioxyd	19
d) Wärmehaushalt, Luftbewegung und Abkühlungsgröße	20
e) Licht	22
C. Eigene Untersuchungen	24
1. Das Untersuchungsgebiet	24
2. Material und Methodik	26
3. Untersuchungsergebnisse	31
Bautechnische Angaben	31
Stallklimatische Angaben	36
a) Luftraum	36
b) Temperatur	38
c) Luftfeuchtigkeit	39
d) Kohlendioxyd	39
e) Luftbewegung und Abkühlungsgröße	40
f) Belichtung	41

Seite

D. Besprechung der Ergebnisse 74

E. Schlußbetrachtung 78

F. Zusammenfassung 81

G. Literaturverzeichnis 85

Lebenslauf 91

A. EINLEITUNG

Die Sanierung unserer Rinderbestände von den chronischen Seuchen und ihr züchterischer Wiederaufbau waren für Veterinärmedizin und Tierzucht die Hauptaufgaben der vergangenen zwei Jahrzehnte nach dem Kriege.

Rindertuberkulose, Brucellose und Deckseuchen sind nun weitgehendst getilgt. Eine Leistungssteigerung von 25% bei unseren Milchkühen innerhalb der letzten fünfundzwanzig Jahre beweist den Erfolg, den züchterische Auslese, verbunden mit einer besseren Fütterung, mit sich brachte.

Zunehmende Leistungssteigerung aber stellt an den tierischen Organismus immer höhere Anforderungen und birgt die Gefahr erhöhter Krankheitsanfälligkeit in sich. Das genetische Leistungsvermögen unserer Tiere kann jedoch nur voll ausgenutzt und erhalten werden, wenn ihm möglichst optimale Umweltbedingungen gegenüberstehen.

Der Stall als ständiger Aufenthaltsort ist für unsere landwirtschaftlichen Nutztiere umweltbestimmend und beeinflußt mit seinem Klima Gesundheit, Fruchtbarkeit, störungsfreie Aufzucht, Leistungskraft und Wohlbefinden.

Der Landwirtschaft entstehen Jahr für Jahr Millionenverluste durch umweltbedingte, stallbedingte Krankheiten, Haltungsschäden und Aufzuchtverluste. Gerade jetzt, in einer Zeit, in der die deutsche Landwirtschaft den Anschluß an den Leistungsstand seiner EWG-Partner finden muß, ist die Verbesserung unbefriedigender Stallverhältnisse zur vordringlichen Aufgabe geworden.

Milliardenbeträge fließen jährlich der deutschen Landwirtschaft in Form von Zuschüssen, Subventionen und verbilligten Krediten zu. Ein geringer Anteil dieser Summe wurde jedoch nur für die Sanierung der Stallverhältnisse verwandt und dies, obwohl fast ein Drittel der Arbeitszeit im Stall verbracht wird und der überwiegende Teil der Einnahmen der deutschen Landwirtschaft aus der Viehhaltung kommt.

Die Zukunft wird immer größere Ansprüche an die Qualität tierischer Nahrungsmittel stellen. In der Erfüllung der Forderung "Gesunde Lebensmittel von gesunden Tieren aus gesunden Ställen" müssen wir Tierärzte eine wichtige Aufgabe im Rahmen unserer Tätigkeit sehen.

Aus dieser Erkenntnis wurde mir von Herrn Professor Dr. Kalich die Aufgabe gestellt, stallklimatische Untersuchungen in Rinderställen des Landkreises Freising durchzuführen, Vergleiche zwischen alten und neuen Stallungen zu ziehen und festzustellen, ob bei der Planung und beim Bau neuer Ställe bioklimatische Gesichtspunkte genügend berücksichtigt wurden.

B. LITERATUR

1. DIE ENTWICKLUNG DER TIERHALTUNG

Das Tier stand im Mittelpunkt menschlichen Denkens und Handelns, so weit wir die Geschichte des Menschen bis in prähistorische Zeiten zurückverfolgen können.

Die ersten primitiven Werkzeuge des Menschen waren aus Steinen und Tierknochen gefertigt. Die ersten Zeugnisse menschlicher Kunst, die wir kennen, Zeichnungen an Höhlenwänden des Eiszeitmenschen, sind Darstellungen der Tiere, denen er nachjagte: Bison, Ren und Wildpferd.

Der Mensch der Urzeit war Jäger und Sammler, das erlegte Wild gab ihm Nahrung und Felle zur Bekleidung und ermöglichte ihm überhaupt erst, den unerbittlichen Kampf um das Dasein zu bestehen.

In den Jahrtausenden der Mittleren Steinzeit zog der Mensch als Nomade den Tierherden durch die Grassteppen und Wälder nach. Mit der Zeit gelang es ihm, die eingefangenen Tiere zu halten und zu vermehren. Er begann, sich das Vieh dienstbar zu machen, die Haltung schlachtbarer Tiere ersparte ihm die Mühen der Jagd mit ihrem wechselhaften Glück.

Die zahlreichen nun schon gezähmten Tiere, in Mitteleuropa waren es in der Hauptsache Schweine und Rinder, aber auch Schafe, Ziegen und Gänse, mit denen der Mensch sich mit der Zeit umgab, führten schließlich zu seiner Seßhaftmachung in der Nähe der Weideplätze. Mit der Gründung dauerhafter Siedlungen in der Jüngeren Steinzeit beginnt nun auch der Ackerbau in bescheidenen Anfängen. Die Tiere weideten in der Nähe menschlicher Behausungen und wurden nur nachts, zum Schutz vor Raubtieren, eingepfercht. Den ersten Stallungen begegnen wir in der Bronzezeit. Aus ihrer Größe ist zu schließen, daß sie zunächst nur für ein paar Arbeitstiere gedacht waren.

Im Laufe vieler Jahrhunderte vollzog sich allmählich ein Wandel von der ausschließlichen Weidehaltung zur Stallhaltung. Der Stall diente den Tieren zunächst nur zur Unterbringung während der Nacht, zum Schutz vor Unwetter und zum Aufenthalt in den Hungermonaten des Winters. Diese Stallungen, primitiv aus Holz, Stroh und Lehm gebaut, waren für das Vieh, das die meiste Zeit des Jahres auf der Weide verbrachte und dadurch abgehärtet und wider-

standsfähig war, relativ gesund. Blieben die Tiere im Stall, so konnten sie sich doch frei bewegen und wurden täglich zur Tränke geführt.

Unsichere Zeiten und der Übergang zur Vorratswirtschaft und zum Feldfutterbau führten schließlich Ende des 18. Jahrhunderts zur ganzjährigen Stallhaltung. Die Stallungen wurden in massiver Bauweise errichtet und eine feste Aufstallungsform wurde die Regel.

So haben wir in weit gespanntem Bogen gesehen, wie das Tier im Laufe der Jahrtausende die Kulturgeschichte und Lebensweise des Menschen beeinflußt hat. Am Ende dieser Entwicklung stand der Stallbau.

2. STALL UND TIERHYGIENE

Mit der ganzjährigen Stallhaltung griff der Mensch einschneidend in die Lebensweise der Haustiere, besonders in die der Rinder, von denen hier weiterhin gesprochen werden soll, ein.

Durch die Reize eines ständig wechselnden Klimas zuvor abgehärtet und relativ gesund, kamen sie nun mit ihrer neuen Umwelt nicht mehr zurecht. Der Stall der letzten zwei Jahrhunderte diente in erster Linie der Dungerzeugung. Er war meist zu klein, zu eng, zu feucht und hatte die denkbar schlechtesten Licht- und Luftverhältnisse. Die Folge war eine Schwächung der Konstitution und eine Verminderung der Widerstandskraft. Der hygienisch unzulängliche Stall bot Krankheitserregern einen idealen Nährboden. Infektions- und Invasionskrankheiten, Sterilität und Aufzuchtschäden wurden zu einem Problem für die Landwirtschaft.

Sehr zögernd erst erkannte man die Folgen mangelhafter Stallhygiene und den schädlichen Einfluß der Umwelt auf das Rind, von dem man mit dem Beginn einer planmäßigen Zucht immer höhere Leistungen verlangte. Man erkannte ferner, daß Leistungssteigerungen auf die Dauer nur bei Verbesserung der Umweltverhältnisse erhalten werden können.

Die Erforschung und Verbesserung der Umweltverhältnisse und die Schaffung optimaler Lebensbedingungen ist, im Rahmen der präventiven Veterinärmedizin, die Aufgabe der Tierhygiene. Sie hat die Gesunderhaltung des Tieres im Hinblick auf seine Umgebung zum Ziel.

3. DIE BAULICHEN VORAUSSETZUNGEN

Die Bautätigkeit auf dem Lande hat sich in den letzten Jahren erheblich verstärkt. Dem allgemeinen technischen Fortschritt in der Landwirtschaft entsprechen aber die neu erbauten Ställe nicht immer. Betriebswirtschaftliche Erwägungen wurden zwar weitgehend berücksichtigt, doch das Tier, als Mittelpunkt des Stallgeschehens, mit seinen Anforderungen hinsichtlich Gesundheit und Wohlbefinden wurde eigentlich außer acht gelassen. Der bestechende äußere Eindruck mancher moderner Ställe täuscht darüber hinweg, daß den Forderungen der Tierhygiene beim Stallbau nicht immer Genüge getan wurde.

Der Stall soll

angemessen groß,
so hell wie möglich,
trocken,
mäßig warm,
gut belüftet und
gut eingerichtet sein.

Dies sind nach NUSSHAG (39) die Grundbedingungen der Tierhygiene an den Stall.

a) Lage und Größe des Stalles

Wenn auch örtliche Gegebenheiten bei der Wahl des Bauplatzes meist mitbestimmend sind, sollte dieser so gewählt werden, daß Licht und Luft ungehindert Zutritt finden.

Der Stall sollte nach ZORN (62) an der höchsten Stelle des Hofraumes erstellt werden und mit seinen Grundmauern mindestens einen halben Meter über dem Grundwasserspiegel liegen. Ein durch Nässe gefährdeter Bauplatz muß durch Aufschüttung angehoben oder durch Drainage entwässert werden.

Die Richtung der Hauptfensterfront ist für die Belichtung, Belüftung und die Erwärmung der Stalluft von großer Bedeutung. Allerdings gehen die Meinungen über die günstigste Himmelsrichtung der Hauptfront, besonders der Hauptfensterfront des Stalles, auseinander.

Übereinstimmend wird die Nordseite abgelehnt, da sie der Sonneneinstrahlung entzogen und den rauhen Nordwinden besonders im Winter ausgesetzt ist. Eine

Ausnahme macht lediglich TIEDEMANN (60), der wegen der hier geringsten Fliegenplage die Nordseite empfiehlt.

ZORN (62) bevorzugt die Südlage, die gegen ungünstige Witterungsverhältnisse den besten Schutz bietet. Ebenso sprechen sich ROOTS-HAUPT-HARTWIGK (48) und OBER (40) für eine nach Süden orientierte Lage aus.

Die Mehrzahl der Autoren jedoch, DAHMEN (10), FRANK (18), KRONACHER (35), MIESSNER und SCHOOP (38), ROLLE (47) und SCHMIDT (52), sieht die Südostlage als vorteilhaft an, da im Winter und während der Übergangszeit die Morgen- und Vormittagssonne die Stallwände trifft, im Sommer aber die heiße Mittags- und Nachmittagssonne die Stalltemperatur nicht übermäßig erhöhen kann.

Für eine nach Westen gelegene Hauptfensterfront spricht sich DINKHAUSER (13) aus, weil diese Lage die bei uns vorherrschenden Westwinde zur Ventilation des Stalles günstig ausnützt.

Die Ostlage befürworten HUSSEL (25) und KLIMMER (32).

Je mehr sich die Grundrißform einem Quadrat nähert, desto kleiner sind die Außenwandflächen und damit die Wärmeverluste im Stall. Die Außenwandfläche kann nochmals reduziert werden, wenn sich der Stall an die Scheune oder das Wohnhaus anschließt. Doch ist dies meist mit Lichteinbuße im Stall verbunden.

Pro Großtier werden 8 - 10 qm Grundfläche als notwendig erachtet, jedoch soll sich die Größe des Stalles nach seinem künftig möglichen Besatz richten.

Die Raumgröße des Stalles muß in einem angemessenen Verhältnis zur Tierzahl stehen und auf die Wärmeabgabe der Tiere abgestimmt sein. Ist der vorhandene Luftraum zu klein, so führen ungesunde Luftverhältnisse und zu hohe Stalltemperaturen zu Leistungsminderungen der Tiere. Ist er aber zu groß, so wird der Stall kalt und feucht. Der tierische Organismus wird zu erhöhter Wärmebildung angeregt, dadurch steigt der Futterbedarf.

Die Frage nach dem Luftraumbedarf pro GVE wird von den Autoren unterschiedlich beantwortet.

Es fordern:

FELIX	(16)	14 - 15 cbm/GVE
DINKHAUSER	(13)	15 - 20 cbm
ZORN	(62)	15 - 20 cbm
STIETENROTH	(57)	20 cbm
KALICH	(28)	20 cbm
ROLLE	(47)	20 cbm
NUSSHAG	(39)	20 - 25 cbm
DAHMEN	(10)	20 - 30 cbm
KLIMMER	(32)	20 - 30 cbm

Bei gut belüfteten Ställen vermindert sich der Raumbedarf. In zu großen Ställen empfiehlt NUSSHAG (39), den Leerraum mit Stroh auszugleichen.

b) Umfassungsmauern

Die Umfassungsmauern müssen im Gegensatz zur Grundmauer aus Baustoffen bestehen, die gut wärmehaltend sind. Im Sommer sollen sie den Stall kühl und im Winter warm und trocken halten. Da Luft ein schlechter Wärmeleiter ist, wird die Wärmedämmung eines Baustoffes um so größer, je poröser er ist. Die Porosität der Stallwand ist nach HUSSEL (25) für den Luftaustausch jedoch unbedeutend, das Wärmeleitvermögen der Umfassungsmauern dagegen bestimmt weitgehend das Stallklima. Neben der statisch notwendigen Stärke muß eine Stallwand so bemessen sein, daß kein sichtbarer Wasserniederschlag auf der Innenseite entstehen kann und der Gesamtwärmehaushalt des Stalles bei normalem Tierbesatz gesichert ist.

OBER (40) fordert für das in Bayern vorherrschende rauhe Klima eine Wandstärke von 49 cm für Vollziegelmauern. DINKHAUSER (13) nennt 51 cm, DAHMEN (10) und ZORN (62) 38 cm als Mindestwandstärke. Bei der Verwendung anderer Baustoffe kann, entsprechend deren Wärmeleitfähigkeit, die Wand stärker oder schwächer sein.

OBER (40) gibt für übliche Baumaterialien folgende Vergleichszahlen an:

Vollziegel	49 cm
Vollochziegel	36,5 cm
Leichtbeton (Bimsbeton, Bimshohlblock)	30 cm
Leichtbeton-Vollsteine (Bims)	25 cm
Gas- und Schaumbeton	20 cm

Ist der Wärmeschutz nicht zufriedenstellend, so ist es unmöglich, daß der Stall im Winter ausreichend belüftet werden kann. Wenn ein Stall aber in den Wintermonaten nicht genügend zu lüften ist, werden Wände und Decke zwangsläufig durchfeuchtet und damit wird der Wärmeschutz herabgesetzt.

Der Außenputz darf auf keinen Fall luftdicht sein, er darf die Verdunstung der Außenwandfläche nicht verhindern.

Über die Art des Innenverputzes gehen die Meinungen auseinander. Während GERSPACH (20), NUSSHAG (39) und ZORN (62) eine luftundurchlässige Abdichtung der Innenwand durch Glasuranstrich, Fliesen und Ölfarbe ablehnen und die Notwendigkeit der Wandatmung in den Vordergrund stellen, warnen ROOTS-HAUPT-HARTWIGK (48) vor der Gefahr einer Durchfeuchtung des Mauerwerkes und der damit verbundenen Erhöhung der Wärmeleitfähigkeit. KLIMMER (32) und HECKL (23) empfehlen die Verwendung von wasserundurchlässigem Material, HUSSEL (25) ebenfalls, zumindest bis in 2 m Höhe. Nicht unerwähnt sollte die Möglichkeit bleiben, den Verputz mit einem gegen Schwitzwasser unempfindlichen und wischfesten Silikatanstrich zu versehen. Es findet dabei eine Verkieselung mit dem frischen Putzuntergrund statt, trotzdem wird aber die Atmung des Mauerwerkes (oder der Decke) nicht unterbunden (3).

c) Stalldecke

Die Decke beeinflußt das Stallklima im gleichen Maße wie die Umfassungsmauern. Sie soll feuersicher und tragfest sein. Sie muß den Stall warm halten, selbst warm und trocken bleiben und so dicht sein, daß darüber gelagertes Material nicht durchfeuchtet wird. Bei deckenlastiger Lagerung von Heu und Stroh ist zwar eine ausgezeichnete Wärmedämmung gewährleistet, solange eine Schicht von 50 cm und mehr aufliegt. Es ist aber zu bedenken, daß Heu und Stroh nach und nach aufgebraucht werden. So kommt es oft schon im Winter zu leeren Flächen über der Decke und damit zu starken Temperaturdifferenzen, die sich bei ungenügender Wärmedämmung als Kondenswasserzonen abzeichnen.

Als Vorteil der Holzdecke nennen DAHMEN (10), DEUTSCH (11), MIESSNER und SCHOOP (38) und ROLLE (47) ihre natürliche Ventilationswirkung. Die Nachteile der Holzdecke aber sind Feuergefahr, geringere Haltbarkeit, Zerstörung durch Fäulnispilze und der Verderb darüber gelagerten Materials durch Feuchtigkeit. In der Praxis sind Holzdecken bereits durch Massivdecken verdrängt worden.

Betondecken und massive Ziegeldecken mit Eisenträgern haben den Nachteil, relativ gute Wärmeleiter zu sein.

Die neueren Baustoffe, wie Leichtbetonhohlsteine, Ziegelhohlsteine und Bimsbeton, ermöglichen die Ausführung von ausreichend warmen und feuersicheren Decken.

Entgegen der Auffassung anderer Autoren gestattet HUSSEL (25) einen Deckenanstrich mit Ölfarbe. Letztlich hängt jedoch der Zustand einer Decke weitgehend von den gegebenen günstigen oder ungünstigen Ventilationsverhältnissen im Stall ab.

d) Stallboden

Der Stallboden soll den Tieren eine standfeste, wasserundurchlässige, warme und trockene Unterlage bieten. Er soll leicht zu reinigen sein, trotz eines geringen Gefälles einen raschen Flüssigkeitsablauf gewährleisten und unempfindlich gegen chemische Einflüsse sein. Der Boden ist mitentscheidend für den Wärmeschutz im Stall und für den Wärmehaushalt des tierischen Körpers. Er muß, besonders beim liegenden Tier, eine Wärmeableitung weitgehend verhindern. Trotz sorgfältiger Isolierung muß der Unterbau schon einen Teil des Wärmeschutzes übernehmen und aufsteigende Bodenfeuchtigkeit und Bodenkälte abhalten.

Wie groß der Einfluß des Stallbodens auf den tierischen Organismus ist, konnte KALICH (30) in einem Versuch mit Schweinen beweisen:

Die Gewichtszunahme bei Schweinen, die ohne Einstreu gehalten wurden, betrug 0,63 kg pro Tag.

Bei einer Kontrollgruppe mit besserer Isolierung des Liegeplatzes wurde eine tägliche Gewichtszunahme von 0,72 kg pro Tag festgestellt.

Ein liegendes Tier ist mit etwa 20% seiner Körperoberfläche in Kontakt mit dem Stallboden. Je nach Art der Isolierung kann dem Körper bis zu 10% der Gesamtwärmeproduktion entzogen werden.

Auf eine Ableitung so erheblicher Wärmemengen muß der Organismus durch erhöhten Futterbedarf oder durch verminderte Leistung reagieren. Ist der gesetzte Reiz aber zu groß, so sind beim Rind, besonders bei naßkalter Liegefläche, leicht Euterentzündungen die Folge.

Hartgebrannte Ziegel mit Zementmörtel fest verfugt, Platten aus gebranntem Ton, zementgebundene Bodenplatten, fugenlose Estriche und Spezialböden wie Steinit und Stallit erfüllen bei gleichzeitiger guter Isolierung die gestellten Bedingungen.

e) Fenster

Die Helligkeit des Stalles wird durch die Größe, Zahl und Lage der Fenster bestimmt.

Wenn sich Fenster, in Form eines liegenden Rechteckes, möglichst hoch befinden, kann der Lichteinfall optimal ausgenützt werden. Aus diesem Grund sollten auch die Mauern an den Fenstern abgeschrägt sein.

Süd- und Südostfenster leiten im Sommer durch die hochstehende Sonne relativ wenig, im Winter jedoch viel Helligkeit in den Stall. Südwestfenster lassen nachmittags sehr viel Sonne in den Raum und können im Sommer zu einer Überwärmung führen. Ost- und Westfenster bringen besonders für breite Ställe einen optimalen Lichteinfall, da die Sonneneinstrahlung hier am weitreichendsten ist, HUSSEL (25).

Nach NUSSHAG (39) soll der Stall so hell sein, wie es mit dem Erfordernis des Wärmeschutzes vereinbar ist. In der Tat bedeuten zu große Fensterflächen im Winter einen Wärmeverlust und können im Sommer zur Überhitzung des Stalles führen.

1 qm Glas läßt so viel Wärme entweichen wie 5 qm einer 38 cm dicken Vollziegelwand. Fensterflächen setzen also den durchschnittlichen Wärmewiderstand der Wand bedeutend herab. Große Fensterflächen erfordern somit einen höchstmöglichen Wärmeschutz der Wand und umgekehrt, je besser die Wärmedämmung der Wand ist, desto größer können die Fenster sein. Doppelt verglaste Fenster bieten den doppelten Wärmeschutz, Doppelfenster haben eine noch bessere Wirkung.

Herausnehmbare Fenster an windgeschützten Sonnenwänden sind wünschenswert. Bei Temperaturen über $10^{o}C$ erfüllen sie einen doppelten Zweck: Unterstützung der Lüftung und ungehinderter Eintritt der für die Gesundheit wichtigen UV-Strahlen.

Für eine genügende Stallhelligkeit wird ein bestimmtes Verhältnis der Gesamtfensterfläche zur Bodenfläche gefordert, das von

NUSSHAG	(39)	mit	1 : 15
DAHMEN	(10)	mit	1 : 15 bis 1 : 20
KLIMMER	(32)	mit	1 : 15 bis 1 : 20
ROLLE	(47)	mit	1 : 15 bis 1 : 20

angegeben wird.

Diese Forderungen sind allerdings nur dann erfüllt, wenn sich das Fensterglas in sauberem Zustand befindet. Verschmutztes Glas absorbiert nach NUSSHAG (39) bis 50% des einfallenden Lichtes.

Frisch gekalkte Stallwände und Decken reflektieren bis 60% des einfallenden Lichtes, ein vernachlässigter verschmutzter Zustand gestattet nur eine Reflexion von 5 bis 10%.

Nur ein heller Stall wirkt sich günstig auf die Entwicklung und Leistungsfähigkeit der Tiere aus. Daß ein heller Stall zudem noch die allgemeine Sauberkeit fördert und die Arbeit des Menschen erleichtert, ist eine weitere günstige Folge. So haben frisch gekalkte Stallwände eine doppelte hygienische Bedeutung.

f) Lüftungseinrichtungen

Der Aufenthalt unserer Tiere in einem ungelüfteten Stall vermindert deren Leistung, schwächt die Konstitution und erhöht ihre Krankheitsbereitschaft. Nach ROLLE (47) wird im gut ventilierten Stall das Futter erheblich besser ausgenützt und eine Leistungssteigerung pro Kuh um 400 Liter Milch im Jahr erreicht.

Der Bedarf an Frischluft für eine GVE wird von

OBER	(42)	mit	100 cbm/h
ROOTS-HAUPT-HARTWIGK	(48)		80 - 90
KLIMMER	(32)		45 - 70
OTTO	(43)		60
SEILNACHT	(51)		40 - 60
STIETENROTH	(57)		100
TIEDEMANN 1881!	(60)		30 - 40

veranschlagt.

Bei einem geforderten Luftraum von 20 cbm pro GVE ergibt sich somit die Notwendigkeit eines 3- bis 5-maligen Luftwechsels in der Stunde.

Bedenkt man, daß eine Kuh täglich allein durch die Ausatmungsluft 7 bis 9,5 Liter Wasser in Dampfform und etwa 4 cbm CO_2 ausscheidet (KULKE (36) und ZORN (62)), so wird die Notwendigkeit einer sinnvollen Lüftung des Stalles deutlich.

Eine Lüftung durch Fenster, Türen und Undichtigkeiten des Stalles, durch Futterluken und Heuabwurfschächte kann keine ausreichende Gewähr für die notwendige Lufterneuerung geben. Desgleichen genügen in die Wand eingebaute Tonrohre nicht.

Die Aufgabe der Lüftungseinrichtungen ist es, die verbrauchte sauerstoffarme, dafür aber mit Wasserdampf, CO_2 und Geruchstoffen überladene und oft zu warme Stalluft durch entsprechende Frischluftzufuhr zu ersetzen. Die Lüftungseinrichtungen halten damit zugleich den Stall trocken und verhüten eine Durchfeuchtung des Mauerwerkes. Sie dürfen dabei keinen Zug erzeugen und müssen die Frischluft dort einführen, wo sie nicht als Zugluft schaden kann. Die Lüftungseinrichtungen müssen zudem eine ordnungsgemäße Be- und Entlüftung bewirken.

Sie können nur dann erfolgreich funktionieren, wenn der Stall allen Anforderungen des Wärmeschutzes genügt. Kippfenster allein werden dieser Aufgabe nicht gerecht.

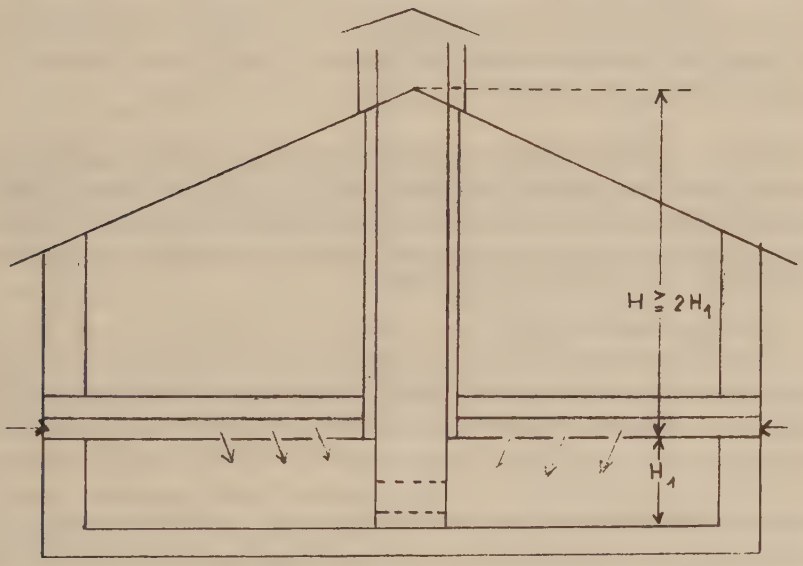
Wir unterscheiden drei verschiedene Antriebskräfte zum Betrieb von Lüftungsanlagen:

Die Schwerkraft
Die Windkraft
Die Elektrokraft (Zwangslüftung)

Nach den Gesetzen der Physik fällt kalte Luft nach unten, während warme Luft infolge ihres geringeren spezifischen Gewichtes nach oben steigt. Dieses Prinzip wird bei der Schwerkraftlüftung ausgenützt, indem ein Abluftschacht die warme und verbrauchte Luft absaugt und nach außen führt. Die Zuluft wird dabei durch Fenster, Türen und die immer vorhandenen Undichtigkeiten in den Stall hineingeführt.

Eine Verbesserung stellt die Kombination von Abluftschacht und vertikaler Zu-

führung in Deckenkanälen mit zur Stallmitte immer größer werdenden Luftschlitzen dar. Bei diesem System wird zugleich der Winddruck ausgenützt. Die Deckenkanäle sollen der Frischluft eine leichte Erwärmung gestatten und deshalb zunächst in einem Abstand von 1 - 2 m von der Wand keine Luftaustrittsöffnungen haben. Damit wird zugleich erreicht, daß die eintretende Frischluft nicht wie ein Wasserstrom an der Wand herabfällt, eine Vermischung mit der vorhandenen wärmeren Stalluft erschwert und Kondenswasserbildung einsetzt. Bei dieser Art der Luftzuführung rieselt die Frischluft gewissermaßen auf die Tiere herab und verteilt sich mit der Stalluft. Im gesamten Stallraum entsteht so eine schwache und zugfreie Wirbelbildung und damit eine gleichmäßige Lufterneuerung.



Der Querschnitt der Abluftöffnung des Schachtes muß in jedem Fall größer als die Summe der Zuluftöffnungen sein, nach ROOTS-HAUPT-HARTWIGK (48) um ein Drittel, nach HUSSEL (25) um ein Viertel. Der Abluftschacht muß mindestens 50 cm über den Dachfirst hinausreichen und gegen Regen durch eine Abdeckung geschützt sein. Je größer die Höhendifferenz zwischen

dem Ort der Luftzufuhr in den Schacht und dem der Luftabgabe ist, desto stärker ist die Sogwirkung des Abluftschachtes. Schächte unter 6 m Höhendifferenz haben nur in seltenen Fällen genügend Auftriebswirkung. Nach neueren Erkenntnissen braucht die Schachtöffnung nicht in Fußbodenhöhe zu liegen.

Anstelle der Frischluftzuführung durch Kanäle mit Rieselöffnungen unter der Stalldecke, die der Verschmutzung besonders stark ausgesetzt sind, dazu auch noch unschön wirken, hat man in der letzten Zeit die Zuführung über die Stalldecke gelegt. Eine Verteilerplatte hängt dann unter der Eintrittsöffnung und verhindert ein direktes Herunterfallen des Frischluftstromes. Bei diesem verbesserten System kann die Zuluft auch dem über dem Stall liegenden Raum entnommen werden.

Einschränkend muß jedoch gesagt werden, daß die bisher besprochenen Arten der Lüftung nur dann voll wirksam sein können, wenn zwischen Außenluft und Stalluft ein Temperaturgefälle von mindestens $5^{o}C$ besteht.

Unabhängig von Temperatur und Wind arbeitet die Zwangslüftung mittels Ventilatoren. Im Gebrauch sind Ventilatoren mit Saug- und Hubwirkung. Sie finden im Schrifttum eine unterschiedliche Beurteilung. Dem Vorzug sicherer Frischluftzuführung und geringerer Einbaukosten im Gegensatz zu anderen Lüftungsanlagen stehen Nachteile gegenüber:

Bei unsachgemäßer Anbringung kann unerwünschte Zugluft entstehen. Bei Ventilatorbetrieb müssen die Fenster geschlossen bleiben, da sonst ein "Luftkurzschluß" entsteht. Ein Ventilator erfüllt nur seinen Zweck, wenn er im Dauerbetrieb läuft. Steuerung durch Thermostat ergibt zwar ein ständig gleichbleibendes Stallklima, nach OBER (42) wirkt aber eine der Außentemperatur im Tagesrhythmus angepaßte Stalltemperatur besonders leistungssteigernd, appetitanregend und gesundheitsfördernd. Die Tatsache aber, daß Ventilatoren nach den Anschaffungskosten auch noch laufende Kosten verursachen, ist wohl der Hauptgrund dafür, daß sie verrostet, verstaubt und unbenützt anzutreffen sind.

Elektrisch betriebene Wärmeaustauscher sind gewissermaßen Klimaanlagen, die jedoch in der Anschaffung und im Betrieb erheblich kostspieliger als Ventilatoren sind.

Der Vollständigkeit halber müssen abschließend noch zwei bauliche Gegebenheiten, die das Stallklima beeinflussen, erwähnt werden:

Die Türen

Holz allein erreicht nicht die Wärmedämmfähigkeit der Umfassungsmauern. Deshalb ist es ratsam, die Türen mit einer leichten, aber gut dämmenden Isolierschicht abzudichten. Im Winter kann eine Abdichtung durch Stroh von Vorteil sein. Anzahl und Größe der Türen sollen aus Gründen des Wärmehaushaltes auf das Notwendigste beschränkt bleiben.

Die Jaucherinne

Sie soll einen möglichst kurzwegigen und raschen Flüssigkeitsabfluß gewährleisten. Über die schädlichen Auswirkungen entstehender Ammoniakdämpfe bei unsachgemäß angelegten Abflußrinnen berichtet RUDER (49).

4. STALLKLIMA

Vorstehende Besprechung der baulichen Beschaffenheit des Stalles zeigt klar, inwieweit die einzelnen Komponenten sich auf die Umweltverhältnisse unserer Tiere auswirken. Sie läßt den Schluß zu, daß die Schaffung optimaler Belichtungs- und Luftverhältnisse im Stall die Grundlage für gesunde Umweltbedingungen ist.

Der physikalische Zustand, die chemische Zusammensetzung der Stalluft und ihre Veränderungen, die durch physiologische Vorgänge im Tierkörper innerhalb des gegebenen Raumes und seiner Lichtverhältnisse bedingt sind, bilden den Begriff des Stallklimas.

Die einzelnen Faktoren, die das Stallklima bestimmen und objektiv erfaßbar sind, lauten:

a) Temperatur
b) Luftfeuchtigkeit
c) Kohlendioxydgehalt
d) Luftbewegung und Abkühlungsgröße
e) Lichtverhältnisse

Alle diese Faktoren stehen in Wechselwirkung zueinander.

a) Temperatur

Die Praxis der Offenstallhaltung beweist, daß zumindest im Rinderstall niedrige Temperaturen wesentlich besser vertragen werden, als man früher annahm.

Während RUEFF (50), Director der Königl. Thierarzneischule in Stuttgart, 1870 noch 20°C bei "Luxuspferden für schnellen Dienst und Melkvieh" fordert, wird heute diese Temperatur nicht einmal als Höchstgrenze gestattet.

Als günstigste Stalltemperatur für Rinder geben an:

BIANCA	(4)	0 - 15°C
DAHMEN	(10)	15°
DINKHAUSER	(13)	16 - 18°
JENTSCH	(27)	12 - 18°
KALICH	(28)	5 - 16°
KLIMMER	(32)	12,5 - 15,5°
NUSSHAG	(39)	12 - 18°
OBER	(42)	10°
ROLLE	(47)	7 - 14°
ROOTS-HAUPT-HARTWIGK	(48)	10 - 14°
STIETENROTH	(57)	10°
STOCKKLAUSNER	(59)	10 - 12°
ZORN	(62)	9 - 13°

Diese Aufstellung ergibt einen Durchschnittswert von 10 - 15°C.

Nicht übersehen werden darf, daß die Stalltemperatur immer mit der Außentemperatur variabel ist. Bei der Suche nach der Optimaltemperatur dürfen aber auch andere Klimafaktoren, wie Feuchtigkeit und Luftbewegung, nicht außer acht gelassen werden.

Mit Recht muß die Milchleistung als Indikator für das Wohlbefinden des Rindes und das Temperaturoptimum angesehen werden. Sie zeigt uns die Grenzen der zuträglichen Temperaturwerte an.

REGAN und RICHARDSON (44) stellten fest, daß bei Temperaturen über 26,6°C die Milchleistung zunächst langsam, ab 30°C rasch abfällt und bei 40°C praktisch eingestellt wird.

HAYS (22) weist ebenfalls ein Sinken des Fettgehaltes bei hoher Temperatur nach; andererseits nimmt zwischen +22° und -1°C der Fettgehalt bei je 5° Temperaturabnahme um etwa 0,2% zu.

CAMPBELL (6) verglich den Fettgehalt der Milch in den einzelnen Monaten des Jahres und stellte im Hochsommer eine Minderung bis 18,5% fest.

BIANCA (4) wies nach, daß bei Rindern europäischer Abstammung das Optimum der Leistungsfähigkeit bei einer Temperatur von 0 bis 18°C liegt.

EHRENBERG und BRIESE (14) prüften den Einfluß tiefer Temperaturen auf die Milchleistung. Sie stellten fest, daß die Temperatur bis 0°C keinen merklichen Einfluß auf den Abfall der Milchleistung ausübt, erst bei -5°C beobachteten sie eine Verringerung um 5%.

SCHROPP und LOHNER (54) konnten selbst bei Temperaturen bis -14°C in Weihenstephan keinen Einfluß auf Fettgehalt und Milchmenge ermitteln. Ein eventuell erhöhter Futteraufwand würde durch die gesundheitsfördernde Wirkung des Kaltstalles weitgehend aufgewogen.

DICE (12) sah in kalten Stallungen bei geringer Futtermehraufnahme sogar eine Steigerung der Milchmenge, lediglich bei plötzlichem Temperaturabfall verminderte sich die Milchleistung.

So beweisen eingehende Beobachtungen und Untersuchungen, daß dem Rind hohe Temperaturen abträglicher sind als niedrige. Man hat allerdings dabei festgestellt, daß die verschiedenen Rinderrassen unterschiedlich auf Temperaturextreme reagieren. Das Alter, die Hautstärke, die Dichte der Behaarung und die Art der Fütterung und Aufstallung spielen ebenfalls eine Rolle.

Entscheidender Einfluß auf die Wärmetoleranz muß nach KIRSCH (31) auch der Leistungsart und Leistungsintensität zugemessen werden. Mit zunehmender Nutzleistung und steigendem Futterverzehr nimmt die Wärmebildung des Körpers zu. Eine Kuh in voller Laktation kann doppelt soviel Wärme erzeugen wie eine trockenstehende. Folgerichtig können Kühe mit hoher Milchleistung niedrige Temperaturen besser vertragen als hohe. Bei niedriger Nutzleistung ist es umgekehrt.

Nach KALICH (29) ist außerdem für die Temperaturempfindlichkeit das Verhältnis von Körpermasse zur Körperoberfläche von Einfluß.

b) Luftfeuchtigkeit

Der verhältnismäßig hohe Feuchtigkeitsgehalt der Stalluft hat mannigfaltige Ursachen: Die durch Atmung und Stoffwechsel bedingte Wasserdampfabgabe der Tiere, die Verdunstungsfeuchte der tierischen Ausscheidungsprodukte, das Wasser, welches bei Stallarbeiten verwendet wird, die Feuchtigkeit der Wände und Decken und die Dichte des Besatzes im Verhältnis zum Stallraum. Eine nicht zu unterschätzende Feuchtigkeitsquelle ist die Lagerung von Grünfutter im Stall, ebenso die Lagerung und Verwendung von flüssigen und nassen Futtermitteln, wie Molke und frisch gedämpfte Kartoffeln. Die Luftfeuchte ist auch noch abhängig von dem relativen Feuchtigkeitsgehalt der Außenluft, ferner von der Temperaturdifferenz zwischen Außen- und Innenluft und von den vorhandenen oder fehlenden Lüftungsanlagen.

Bei der Beurteilung der Luftqualität messen COMBERG (8), CORDS-PARCHIM (9) und DAHMEN (10) der Feuchtigkeitsbestimmung den größten Wert bei und nennen die CO_2-Bestimmung erst an zweiter Stelle.

Eine zu feuchte Stalluft beeinflußt den Wärmehaushalt des Tierkörpers weit mehr als zu hohe oder zu niedrige Temperaturen. Feuchtwarme Luft erschwert die Wärmeabgabe, vermindert die Freßlust und die Futterverwertung. Feuchtkalte Luft dagegen entzieht dem Körper zu viel Wärme und macht ihn anfällig gegen Infektions- und Erkältungskrankheiten. Diesen Gefahren sind in besonders starkem Maße Kälber und Jungtiere ausgesetzt.

Untersuchungen von SCHREIBER (53) beweisen einen Zusammenhang zwischen zu hoher Luftfeuchtigkeit und Fortpflanzungsstörungen.

Wasser leitet die Wärme 24mal besser als Luft, somit wird in einem feuchten Stall auch die Wärmeleitfähigkeit der Baustoffe ungünstig beeinflußt.

Da die relative Feuchtigkeit im Stall von der bestehenden Temperatur und der Feuchtigkeit der Außenluft abhängig ist, finden sich in der Literatur unterschiedliche Angaben für den optimalen Wert. Der Wert schwankt zwischen 40% bei KLIMMER (32), 60% bei KIRSCH (31) und 80% bei OBER (40). Übereinstimmend wird gewünscht, daß 70 bis 80% nicht überschritten werden sollen. Solche Werte dürften jedoch im Winter, wenn eine hohe relative Außenfeuchtigkeit herrscht, nicht zu erreichen sein.

Als das Grundübel unseres Stallklimas müssen wir die zu hohe Luftfeuchtigkeit

ansehen. Die beste Möglichkeit, ihm beizukommen, bietet nur eine wirksame Be- und Entlüftung.

c) Kohlendioxyd

Die Außenluft hat einen Kohlendioxydgehalt von etwa 0,03 Vol % und einen Sauerstoffgehalt von etwa 21%. Durch die beim Stoffwechsel im Körper sich abspielenden chemischen Reaktionen wird der der Einatmungsluft entnommene Sauerstoff umgewandelt und als Oxydationsprodukt CO_2 an die Ausatmungsluft wieder abgegeben. Die Ausatmungsluft unterscheidet sich in ihrem Sauerstoff-Kohlendioxydgehalt erheblich von der Einatmungsluft. Sie weist etwa 4% CO_2 und 16% O_2 auf.

Im Stall sind Fäulnisprozesse und Gärung, die bei der Zersetzung des Stallmistes zustande kommen, weitere Quellen für den CO_2-Gehalt. Dies wiesen DEUTSCH (11) und LEHMEYER (37) nach.

Die gesundheitsschädigende Wirkung des Kohlendioxydes überschätzt man allgemein. Wenn auch schon bei 4% CO_2-Gehalt eine spürbare Beeinträchtigung des Wohlbefindens eintritt, so kommt es doch erst bei 8%, hauptsächlich aber infolge Sauerstoffmangels, zu Bewußtseinsstörungen und Erstickung. So hohe Konzentrationen treten jedoch in unseren Ställen auch beim Fehlen von Lüftungseinrichtungen nicht auf. Der von FÄRBER (15) bei ungünstigsten Stallbedingungen im Bayerischen Wald gemessene Höchstwert von 1% muß als Ausnahme betrachtet werden.

Wenn auch der CO_2-Gehalt der Stalluft nicht als unmittelbar gesundheitsschädigender Faktor anzusehen ist, so ist er doch ein Maßstab für die Luftbeschaffenheit im Stall. Hoher CO_2-Gehalt bedeutet Sauerstoffmangel und meist erhöhte Luftfeuchtigkeit und läßt auf ungenügende Lüftungsverhältnisse im Stall schließen.

CO_2 hat ein größeres spezifisches Gewicht als normale Luft und müßte wie in Brunnenschächten und Gärkellern zu Boden sinken. Trotzdem ist eine höhere CO_2-Konzentration meist unter der Stalldecke anzutreffen. Dieser scheinbare Widerspruch erklärt sich damit, daß das CO_2, innig mit der warmen Ausatmungsluft vermischt, mit dieser nach oben getragen wird. FÄRBER (15), FRANK (18), LEHMEYER (37) und ROLLE (47) bestätigten dies durch ihre Untersuchungen.

Die in der Literatur tolerierten Höchstwerte schwanken zwischen 0,4 bei CORDS-PARCHIM (9) und GERSPACH (20), 0,3 bei KLIMMER (32) und 0,1 bei NUSSHAG (39). Als normaler Mittelwert ist nach ROLLE (47) 0,2 Vol % anzusehen.

d) Wärmehaushalt, Luftbewegung und Abkühlungsgröße

Luftbewegung ist erwünscht und für die Tiere von Vorteil. Bewegte Luft umspült den Körper gleichmäßig, wirkt als abhärtender Hautreiz und entfernt die abgegebene Wärme und Feuchtigkeit. Die besten Voraussetzungen dafür bietet der Aufenthalt im Freien. Ähnliche Verhältnisse für unsere Tiere im Stall zu schaffen, muß daher unser Bestreben sein. Da im Stall die Möglichkeit der freien Bewegung nicht mehr gegeben ist, spielt hier der Zusammenhang zwischen Luftbewegung, Temperatur und Luftfeuchtigkeit für das Wohlbehagen der Tiere eine noch größere Rolle.

Es erscheint an dieser Stelle angebracht, die Wärmeregulierung des tierischen Körpers zu besprechen:

Die durch die Oxydation von Fett, Kohlehydraten und Eiweiß im Körper gebildete Wärme wird durch Leitung und Strahlung sowie durch Wasserverdunstung in den Atmungsorganen und auf der Haut, außerdem durch die Erwärmung des aufgenommenen Futters und Trinkwassers und durch das Absetzen des warmen Kotes und Harnes abgegeben. Das im Zwischenhirn gelegene Wärmeregulationszentrum sorgt mit Hilfe des autonomen Nervensystems für ein Gleichgewicht zwischen Wärmebildung und Wärmeabgabe. Die Wärmebildung erfolgt durch Beeinflussung chemischer Vorgänge im Körper, die Wärmeabgabe durch Steuerung hauptsächlich physikalischer Vorgänge. Die weitgehend konstant bleibende Körpertemperatur, trotz wechselnder Umwelteinflüsse, ist das Ergebnis des Ausgleiches zwischen Wärmegewinn und Wärmeabgabe. Da der Wärmeanfall des Körpers den Wärmebedarf gewöhnlich übersteigt, besteht der Wärmeausgleich in der Steuerung der Wärmeabgabe durch Strahlung bei trockener Luft, durch Leitung bei feuchtkalter Luft und durch Verdunstung bei hohen Außentemperaturen.

Die physikalische Wärmeregulation tritt in der Hauptsache bei Temperaturen über 20° C ein, bei Luftbewegung und niedriger Luftfeuchtigkeit erst bei noch höheren Temperaturen. Wird die physiologische Grenze bei zu hohen Temperaturen überschritten, so kommt es, besonders bei feuchter und stehender Luft, zu einer lebensbedrohenden Überwärmung, zu einer Wärmestauung und zum Hitzschlag.

Starke Durchblutung der Hautgefäße und Schweißbildung sind dabei zunächst die physikalisch gelenkten Abwehrmaßnahmen. Bei niedrigen Temperaturen sorgt das Wärmeregulationszentrum durch erhöhtes Einsetzen chemischer Vorgänge für den Ausgleich: Reflektorische Steigerung der Oxydationsvorgänge und damit verbunden erhöhter Nahrungsbedarf, sowie willkürliche und unwillkürliche Steigerung von Muskelbewegungen (Zittern). Auch physikalisch gesteuerte vasomotorische Vorgänge setzen bei Kälte ein.

Störungen in der Wärmeregulation können sich bei starker Abkühlung, unterstützt durch Feuchtigkeit, Erkältungskrankheiten bewirken. Besonders gesundheitsschädigend ist Zugluft mit ihrer einseitigen Abkühlung und Unterkühlung einzelner Körperpartien. Nach HONOLD (24) kommt es besonders bei hochträchtigen und frischmelkenden Kühen leicht zu Euterentzündungen. Diese Anfälligkeit wird noch begünstigt, wenn die Tiere mit dem Euter auf feuchtem Stroh liegen.

Eine einseitige Erwärmung, solange sie sich in physiologischen Grenzen hält, wird dagegen vom Körper gut vertragen. Dies konnten KALICH und FRÖHLICH (29) in einer Versuchsreihe beweisen.

Die Wärmewerte eines Thermometers entsprechen keineswegs dem subjektiven Wärme- und Behaglichkeitsempfinden des Menschen. Kaltes Wetter bei Windstille und trockener Luft wird angenehmer und wärmer empfunden als windiges, feuchtes Wetter trotz erheblich höheren Temperaturen.

Zur objektiven Beurteilung des Zusammenwirkens der klimatischen Einflüsse verwendet die Bioklimatologie die instrumentell meßbare "Abkühlungsgröße".

Abkühlungsgröße ist die Wärmemenge (mgcal), die ein Körper bei gleichbleibender Oberflächentemperatur je Zeit- (sec.) u. Flächeneinheit (cm^2) unter Einwirkung von Luftfeuchtigkeit, Temperatur, Luftbewegung und Strahlung abgibt. Die Abkühlungsgröße wird mit Hilfe des Katathermometers bestimmt. Werte über 10,5 nach BUXTORF (5), über 9,5 nach FUHRIMANN (19) und über 7 nach CEPA und COURVOISIER (7) sollten nicht überschritten werden.

Zu geringe Werte deuten auf eine Luftstagnation im Stall hin und verdienen größere Beachtung. Je kleiner die Abkühlungsgröße, desto geringer ist die Luftbewegung und um so schlechter damit im allgemeinen das Stallklima.

Bei Kenntnis der herrschenden Temperatur kann mit Hilfe der AKG die Luftbewegung errechnet werden.

e) Das Licht

Der Einfluß des Lichtes auf die Gesundheit und Leistungsfähigkeit der Tiere ist unbestreitbar.

Aus verschiedenen Untersuchungen der letzten Jahre ist seine Wirkung auf die innere Sekretion bekannt. Nach KIRSCH (31) erregt das Licht das Hypothalamus-Hypophysen-Hinterlappen-System, welches der inneren Sekretion übergeordnet ist und die Stoffwechselvorgänge in bestimmte Richtungen lenkt. Unter Lichteinfluß erhöhen sich, als Ausdruck eines gesteigerten Stoffwechsels, Kohlensäureabgabe und Sauerstoffverbrauch. Ein erhöhtes Leistungsvermögen ist die logische Folge.

AMSCHLER (2) schreibt: "Die neueste Lichtphysiologie hat ergeben, daß selbst Offenstallhaltung ohne genügende Lichtzufuhr nicht den gewünschten Effekt bringt. Es scheint gerade das Licht zu sein, welches jene Zuchtmomente begünstigt, die durch den dunklen Stall mehr oder weniger gehemmt werden."

DAHMEN (10) vertritt die These, daß das Licht eine psychogene Steigerung des Wohlbefindens verursacht.

Nach STEGENGA (55) übt das Licht auch eine gonadotrope Wirkung auf den Körper aus.

Der Fettgehalt der Milch wird durch das Licht beeinflußt, Abendmilch ist fettreicher als Morgenmilch.

Durch Verlagerung der Lichtzeiten kann der Fettgehalt der Morgenmilch gesteigert werden. Dies demonstrierten VOTH und KAUFMANN (61) durch einen Versuch, bei dem sie durch Verdunklung einerseits und durch künstliche Belichtung andererseits, die dem Tagesrhythmus angepaßte Lichteinwirkung umkehrten.

Mit dem Einfluß des Lichtes auf die Gesundheit der Rinder befaßten sich auch die Untersuchungen von GOLDINGER (21), der in dunklen Ställen ein vermehrtes Auftreten von Tuberkulose, Abortus Bang und Sterilität statistisch erfaßte.

Im Sonnenlicht vorhandene UV-Strahlen unterstützen im Körper die Synthese des Vitamin D, welches für die Regulierung des Kalzium-Phosphorsäure-Stoffwechsels verantwortlich ist und antirachitisch wirkt. Ganz besonders wichtig ist deshalb das Licht für die Entwicklung und Gesundheit der Jungtiere. Leider werden die wertvollen UV-Strahlen durch das Glas der Fensterscheiben fast vollständig zurückgehalten.

Nicht zu unterschätzen ist aber die große hygienische Wirkung des Lichtes im Stall: Man sieht den Schmutz und dies ist die Voraussetzung, ihn zu beseitigen.

Die baulichen Gegebenheiten des Stalles, die Größe der Fenster, ihre Anordnung, der Lichteinfallswinkel und die allgemeine Sauberkeit bestimmen die Helligkeit im Stall. Das Verhältnis Gesamtfensterfläche zur Bodenfläche von etwa 1 : 20 ist erwünscht. Voraussetzung dafür aber ist, daß die Fenster sauber sind und einen freien Lichteinfall gewährleisten.

Die objektive Lichtmessung erfolgt mit Lichtmeßgeräten, welche die Beleuchtungsstärke in Lux angeben. Ein Lux ist die Beleuchtungsstärke, die eine Hefner-Kerze auf einer 1 m^2 großen Fläche in 1 m Entfernung bei senkrechter Bestrahlung erzeugt.

Für Wohnräume verlangt man eine Beleuchtungsstärke von 20 bis 75 Lux. Nach KLIMMER (32) und DAHMEN (10) genügen für Ställe die halben Werte.

Die Besprechung der einzelnen Klimakomponenten zeigt, daß landläufige Ansichten über Wärmebedarf, Luft- und Lichtverhältnisse heute durch sorgfältige Versuche und Beobachtungen im In- und Ausland überholt sind.

Das Tier entwickelt sein Wohlbehagen unter anderen Voraussetzungen als der Mensch.

Zwischen den einzelnen Faktoren des Stallklimas und den baulichen Gegebenheiten des Stalles besteht ein ursächlicher Zusammenhang. Das Milieu der Tiere, das der Mensch ihm schafft, beeinflußt weitgehend deren Leistung und Gesundheit.

C. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

1. DAS UNTERSUCHUNGSGEBIET

Der Landkreis Freising umfaßt annähernd 68 000 ha. Er erstreckt sich von der nördlichen Grenze des Landkreises München zur Südwestgrenze Niederbayerns und umschließt die Stadt Freising. In seiner Längsrichtung durchziehen die Täler der Isar und Amper den Landkreis.

80% der landwirtschaftlichen Nutzfläche liegen im tertiären Hügelland, das den Norden und Westen des Kreisgebietes ausfüllt. 10% der landwirtschaftlichen Nutzfläche entfallen auf einen Ausläufer der Münchener Schotterebene, die sich von Süden her zur Stadt Freising erstreckt. Weitere 10% im Südwesten entfallen auf entwässerte Moorgebiete, das Freisinger und Erdinger Moos.

Schwere und fruchtbare Böden wechseln mit weniger ergiebigen Kiesböden im Isartal. Der Nordwesten des Kreises gehört zum Hopfenanbaugebiet der Hallertau.

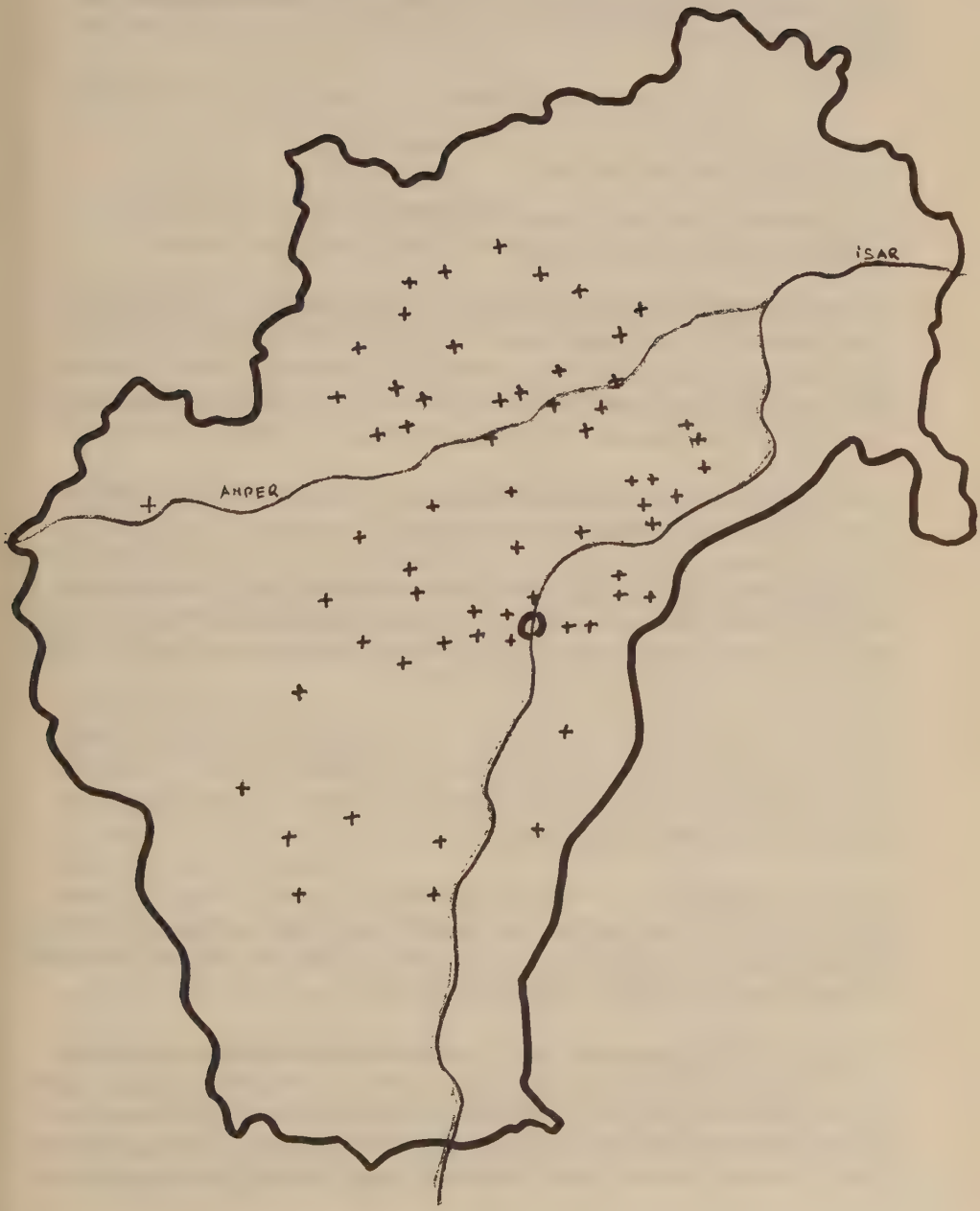
Mit etwa 50 000 ha landwirtschaftlicher Nutzfläche (LN) liegt der Landkreis Freising hinter den Kreisen Erding, Regensburg und Traunstein an vierter Stelle in Bayern. Etwa 3 600 landwirtschaftliche Betriebe bewirtschaften diese Fläche.

Vergleicht man die Agrarstruktur des Landkreises mit der des übrigen Bayerns, so ist sie als durchaus günstig zu werten: Steht doch dem 8,37 ha großen bayerischen Durchschnittsbetrieb im Kreisgebiet ein Betrieb mit 13,0 ha landwirtschaftlicher Nutzfläche gegenüber. Bewirtschaften in Bayern etwa 30% aller Betriebe mehr als 10 ha LN, so sind es in Freising nach ALCKENS (1) immerhin über 40%.

Entsprechend dem Wechsel der natürlichen Verhältnisse, ist die Landwirtschaft vielgestaltig organisiert. Auf dem Ackerland herrschen Weizen- und Gersteanbau, in der Veredlungswirtschaft Milchviehhaltung und Schweinemast vor. Über 70% der Einnahmen kommen bei mittel- und kleinbäuerlichen Betrieben aus der Tierhaltung.

Bei der letzten Viehzählung im Dezember 1966 wurden im Landkreis Freising 54 982 Stück Rindvieh (1950: 42 817), davon 26 560 Milchkühe (1950: 19 923) ermittelt. Der Pferdebestand beträgt 372, der Schweinebestand 53 870 Stück. Die Zahl der Zuchtbullen ist im Zusammenhang mit der künstlichen Besamung

LANDKREIS FREISING



in den letzten 15 Jahren von 536 auf 61 zurückgegangen. Etwa 85% der Betriebe sind mit 88% des Gesamtrinderbestandes der KB angeschlossen. Nach KRÄUSSLICH und STARK (34) sind die Vergleichszahlen für Bayern 54% und 59%.

2. MATERIAL UND METHODIK

In den Monaten Januar und Februar 1967 wurden von mir in 100 Stallungen des Kreises Freising die stallklimatischen Untersuchungen durchgeführt.

Meine Untersuchungen erstreckten sich auf 50 Altbauten und 50 Stallungen, die in den letzten 20 Jahren gebaut wurden. Diese Aufteilung ermöglicht einen guten Vergleich zwischen Stallungen herkömmlicher Bauart mit ihren bekannten Mängeln und den Stallungen, die in den letzten Jahren, wie man annehmen sollte, nach neueren Erkenntnissen errichtet wurden.

Hauptaufgabe meiner Arbeit soll es jedoch sein, Vorteile und Fehler dieser Neubauten an Hand der Meßergebnisse aufzuzeigen.

Stallneubauten wurden in den letzten Jahren weitgehend mit Hilfe staatlicher Vergünstigungen erstellt. So mögen die Ergebnisse meiner Untersuchungen auch gleichzeitig ein Kriterium dafür sein, ob die für den Stallbau bestimmten staatlichen Mittel sinnvolle Verwendung fanden.

Da ich mit den örtlichen Gegebenheiten im Untersuchungsgebiet sehr vertraut bin, war es mir möglich, durch die Auswahl der Stallungen einen guten Überblick über die tatsächlichen Stallverhältnisse zu schaffen. Auskünfte jeder Art wurden mir stets bereitwillig erteilt.

Es würde dem Durchschnitt der Stallverhältnisse aber nicht entsprechen, wenn ich für meine Untersuchungen nur ausschließlich mit Rindern belegte Ställe ausgewählt hätte. Eine Belegung der Rinderställe mit Schweinen ist zum Teil gegeben und dies wird auch die Zukunft nicht ändern.

Die Untersuchungen wurden in der Zeit der Stallruhe durchgeführt. Meinen Besuch hatte ich in keinem Fall angesagt. So nennen meine Messungen die tatsächlich angetroffenen und wohl im allgemeinen bestehenden Luftverhältnisse der Ställe. Geöffnete Türen und Fenster wurden in ihrem Zustand belassen. Ein Aufreißen derselben während meiner Messungen konnte ich oft gerade noch verhindern.

Während der Zeit meiner stallklimatischen Untersuchungen herrschten für die Jahreszeit zu milde Temperaturen. Das Wetter war größtenteils trüb und regnerisch.

Bei meinen Messungen habe ich folgende Geräte benützt:

1. Polymeter
2. Gasspürgerät
3. Katathermometer
4. Luxmeter

Welche Punkte bei meinen Untersuchungen Berücksichtigung fanden, zeigt nachstehendes Formblatt Seite 28.

TEMPERATUR UND RELATIVE LUFTFEUCHTIGKEIT wurden mit Hilfe eines Polymeters der Firma Lambrecht, Göttingen, gemessen.

Das Gerät besteht aus einem Quecksilber-Thermometer und einem Haar-Hygrometer. Als Meßelement des Hygrometers dient ein Haarstrang, dessen feuchteabhängige Längenänderung eine direkte Anzeige der relativen Luftfeuchtigkeit auf einer Skala ermöglicht. Ein Meßwert von z.B. 80% zeigt an, daß die Luft einen Wassergehalt von 80% derjenigen Menge hat, die sie bei der herrschenden Temperatur aufzunehmen imstande ist.

Um keine Fehlwerte zu erhalten, soll das Gerät nach genauer Anweisung alle 14 Tage regeneriert werden.

Da meine Messungen zum Teil erheblich höhere Werte als die anderer Autoren erbrachten, wurde das Gerät täglich regeneriert. Eine Korrektur war jedoch in keinem Falle vonnöten.

Die Messungen im Stall wurden in etwa 1 m Höhe in der Mitte des Stalles bzw. in einigen Fällen an mehreren Stellen durchgeführt. Ich habe dabei darauf geachtet, daß örtlich begrenzte Lüftungseinflüsse vermieden wurden.

Die Messungen im Freien führte ich, um Fehler zu vermeiden, erst anschließend durch.

DER KOHLENDIOXYDGEHALT der Stalluft wurde mit dem Gasspürgerät 19/31 der Firma Dräger, Lübeck, bestimmt.

FORMBLATT

1.	Alter des Stalles						
2.	Richtung der Hauptfensterfront						
3.	Wandart						
4.	Außenwandstärke in cm						
5.	Deckenart						
6.	Bodenart						
7.	Bodenfläche in m²						
8.	Fensterfläche in m²						
9.	Zahl der Fenster						
10.	Verhältnis Fenster - Bodenfläche						
11.	Rauminhalt in m³						
12.	Tierart		Rinder	Kälber	Schweine	Pferde	
13.	Zahl der GVE						
14.	Luftraum pro GVE						
15.	Zahl der Türen						
16.	Art der Belüftungsanlage	ohne	Zuluftöffnung	Futterluke	Ventilator	Abluftschacht	Fenster
17.	Decke feucht						
18.	Wand feucht						
19.	Tiere feucht						
20.	Aufstallungsform	lang	mittellang	kurz			
21.	Stallverhältnisse 1–5		1	2	3	4	5
22.	Krankheiten						
23.							
24.							
	Tag der Messungen		Uhrzeit		Wetter		
25.	Außentemperatur	AT					
26.	Innentemperatur	IT					
27.	Relat. Außenfeuchtigkeit	AF					
28.	Relat. Innenfeuchtigkeit	IF					
29.	Luxwert außen	AL					
30.	Luxwert innen	IL					
31.	Luftbewegung m/sec	WIG					
32.	Abkühlungsgröße	AKG					
33.	CO_2 in 1 m Höhe	CO_2					

Das Gerät besteht aus einer handlichen Saug-Balgpumpe, die mit einem Ausstoß- und einem Ansaugventil versehen ist. Als Meßelement dient ein gläsernes Prüfröhrchen, welches nach jeder Messung erneuert werden muß. Das Prüfröhrchen wird an beiden Seiten geöffnet und in eine kleine Gummiöffnung am Pumpenkopf eingesetzt. Die Balgpumpe des Gasspürgerätes saugt bei jedem Pumpenhub mit gleichbleibender Geschwindigkeit 100 ml Luft durch das Prüfröhrchen. Bei der Luftprüfung werden so viele Pumpenhübe gemacht, wie es die Vorschrift für die jeweilige Röhrchentype verlangt. In meinem Fall waren es 10 Hübe. Die stets konstante Strömungsgeschwindigkeit der Luft im Prüfröhrchen ist für die Meßgenauigkeit entscheidend. Die Anzeige des CO_2 beruht auf seiner Reaktion mit Hydrazin, dessen Verbrauch durch den Farbumschlag eines Redox-Indikators indiziert wird. Die vorher praktisch farblose Anzeigeschicht färbt sich dabei zonenweise blauviolett. Die Länge der Farbzone ist das Maß für die Konzentration. Die Zahlen der Skala auf dem Prüfröhrchen geben Volumenprozente an. Die Reaktion ist für CO_2 spezifisch, andere Gase stören nicht, auch übliche Luftfeuchtigkeit hat keinen Einfluß.

Stalluftuntersuchungen wurden zunächst mit Prüfröhrchen, deren Meßbereich sich zwischen 0,5 und 5% bewegte, durchgeführt. REICH (45) benützte 1960 zum ersten Mal Röhrchen, deren Meßbereich bei 0,1% begann. Das Ablesen des CO_2-Gehaltes bei früheren Messungen bereitete gewisse Schwierigkeiten und konnte, da die Farbumschlagzone verhältnismäßig breit war, nur annähernde und keine exakten Werte erbringen.

Die von mir erstmalig bei stallklimatischen Messungen benützten empfindlicheren "Prüfröhrchen CO_2 0,1% a" mit einem Meßbereich von 0,01 bis 0,3 Vol%, lassen eine erheblich erhöhte Ablesegenauigkeit und damit auch Meßgenauigkeit zu. In 9 Stallungen mußte ich, da der Meßbereich 0,3 Vol% überschritten wurde, in einer zweiten Messung Röhrchen der Type "CO_2 0,1 % a" benützen.

Über den günstigsten Ort der Luftentnahme für Kohlendioxyd-Bestimmungen im Stall herrschen im vorhandenen Schrifttum sehr verschiedene Auffassungen. Die Messungen wurden teils vor, teils zwischen oder hinter den Tieren und unmittelbar unter der Stalldecke, jeweils aber von einem festen Standort aus vorgenommen.

Ich ging in den fünf Minuten, welche die vorgeschriebenen Pumphübe beanspruchten, langsam vor und hinter den Tieren entlang und hielt das Gerät in etwa 1 m Höhe. Ich achtete dabei lediglich darauf, daß das Gerät nicht

direkt mit der Ausatmungsluft der Tiere in Berührung kam. Diese Meßtechnik bietet nach meiner Überzeugung die größte Gewähr für einen repräsentativen Mittelwert.

ABKÜHLUNGSGRÖSSE UND LUFTBEWEGUNG wurden mit Hilfe eines Katathermometers der Firma Lambrecht, Göttingen, ermittelt.

Das Katathermometer ist ein Alkoholthermometer, bei dem ein im unteren Teil befindliches Alkoholgefäß durch eine Kapillare mit einer Überlaufblase verbunden ist. Das Katathermometer dient zunächst zur Ermittlung der klimatischen Abkühlungsgröße, d.h. man kann auf Grund der Messungen relativ beurteilen, in welchem Maße sich ein dem jeweiligen Klimaverhältnis ausgesetzter Körper abkühlt.

Vor Beginn der Messungen wird das Thermometer in ein Wasserbad von ca. 50 bis 80°C so lange eingetaucht, bis die obere Blase zu etwa einem Drittel ihres Volumens mit der Anzeigeflüssigkeit gefüllt ist.

Dabei ist streng darauf zu achten, daß sich in der Flüssigkeit keine Blasen bilden. Nach erfolgter Erwärmung wird das Thermometer sorgfältig abgetrocknet und dann am Meßort schwingungsfrei aufgehängt. Mit einer Stoppuhr wird diejenige Zeit gemessen, die der Flüssigkeitsmeniskus braucht, um von der oberen Markierung (38°C) bis zur unteren Markierung (35°C) abzusinken.

Die Abkühlungsgröße muß in jedem Fall errechnet werden, sie ergibt sich aus der Formel

$$\text{Abkühlungsgröße} = \frac{\text{Geräte-Konstante}}{\text{gestoppte Zeit in sec}}$$

Die Gerätekonstante ist in jedem Katathermometer eingeätzt und hängt von der Wärmekapazität, Form und Dimension des Gerätes ab. In meinem Fall betrug sie 537,5.

Aus der Abkühlungsgröße und der Raumtemperatur läßt sich an Hand einer Tabelle die Luftbewegung feststellen.

Die Behaglichkeitsziffer, die man als weiteres Ergebnis errechnen kann, erhält man, indem man die Lufttemperatur durch die Abkühlungsgröße teilt.

Bei meinen Messungen wurde das Katathermometer etwa in der Mitte des Stalles in 1 m Höhe an einem Stativ schwingungsfrei aufgehängt.

DIE BELEUCHTUNGSSTÄRKE. Die Messung der Beleuchtungsstärke erfolgte mit dem Beleuchtungsmesser "Trilux" der Firma Gossen, Erlangen.

Das Luxmeter besteht aus einem Selen-Sperrschicht-Photoelement, verbunden mit einem Milliampèremeter, das den unter dem Lichteinfluß entstandenen Strom mit Hilfe eines Zeigers auf einer Skala anzeigt.

Die Skala ist in Lux eingeteilt und hat die Bereiche von 1 bis 120 Lux, von 1 bis 600 Lux und von 1 bis 6000 Lux. Die verschiedenen Anzeigebereiche lassen sich durch Betätigung eines Schalters, wodurch der Strom transformiert wird, einstellen. Durch zusätzliches Anbringen eines Filters vor das photosensible Element läßt sich der Meßbereich des Gerätes auf das Zwanzigfache nach oben erweitern. Die bei Tageslichtmessungen erhaltenen Ergebnisse müssen mit dem Korrekturfaktor 1,2 multipliziert werden.

Die Innenlichtmessungen habe ich von der Mitte des Stalles aus vorgenommen und aus 6 Messungen einen Mittelwert errechnet (nach den 4 Seiten, nach oben und nach unten). Eine Messung in das direkte Sonnenlicht habe ich vermieden.

Die Außenlichtmessungen wurden in gleicher Weise an der Lichteinfallsseite des Stalles durchgeführt. Auch hier erfolgte keine Messung direkt in die Sonne. Wie stark eine Messung in das direkte Sonnenlicht die erhaltenen Werte beeinflußt, soll das Beispiel einer Außenlichtmessung zeigen:

Mittelwert bei beschattetem Photoelement:	5 370 Lux
Mittelwert bei nicht beschattetem " :	21 110 Lux

Die sehr weit auseinandergehenden Werte verschiedener Autoren dürften hiermit ihre Erklärung finden.

3. UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

Bautechnische Angaben

Bei der Auswertung und Gegenüberstellung meiner Meßergebnisse teilte ich die 100 untersuchten Ställe in zwei Gruppen ein:

Altbauten	=	Ställe über 20 Jahre
Neubauten	=	Ställe unter 20 Jahre

Es muß erwähnt werden, daß in den Altbauten manche Einrichtungen bereits verbessert angetroffen wurden.

Das Alter der Altbauten beträgt im Durchschnitt 61 Jahre, wobei 28 Ställe über 50 Jahre und 22 Ställe unter 50 Jahre alt sind.

Das Durchschnittsalter der Neubauten beträgt 7 Jahre, wobei 13 Ställe über 10 Jahre und 37 Ställe unter 10 Jahre alt sind.

Die Gehöfte des Untersuchungsgebietes haben keine einheitliche Bauweise, meist sind jedoch Wohnhaus, Stall und Scheune um einen Hofraum gruppiert. Von 100 Ställen sind 81 an das Wohnhaus oder die Scheune angebaut. Freistehend sind 6 Altbauten und 13 Neubauten.

An Hand dieser Zahlen kann man die Folgerung ziehen, daß heute die Tendenz zu bestehen scheint, Stallungen freistehend und nicht im Verband mit anderen Gebäuden zu erstellen.

Bei den Altbauten hatte noch jeder fünfte Stall die Nord- und Nordostrichtung als Hauptfensterfront. Diese ungünstige Lage war bei zwei Stallneubauten durch örtliche Gegebenheiten bedingt und konnte nicht vermieden werden.

Zur Lage der Hauptfensterfront der Ställe habe ich folgende Feststellung gemacht:

	Altbauten	Neubauten
S	17 = 34%	6 = 12%
SW	-	2 = 4%
SO	3 = 6%	2 = 4%
NS	7 = 14%	12 = 24%
OW	7 = 14%	12 = 24%
W	4 = 8%	10 = 20%
O	2 = 4%	4 = 8%
NO	2 = 4%	1 = 2%
N	8 = 16%	1 = 2%

Die Umfassungsmauern sämtlicher 50 Altbauten bestanden aus Ziegeln. Bei den Neubauten war ebenfalls die Ziegelbauweise vorherrschend, nur bei zwei Ställen waren Bims-Hohlblocksteine, bei einem Stall Bims das Baumaterial.

Die Wandstärke der Altbauten betrug im Mittel 48,6 cm (30 - 60 cm). Die Wandstärke der Neubauten betrug im Durchschnitt 44,6 cm (bei Ziegeln 36 - 65 cm, bei Bims-Hohlblocksteinen 36 cm und bei Bims 30 cm).

Die Forderung von OBER (40) mit 48 cm wurde bei den Altbauten somit zu 54%, die Forderung von ZORN (62) nach 38 cm zu 96% erfüllt.

Die Umfassungsmauern der Neubauten entsprachen nach OBER zu 44%, nach ZORN zu 92%.

Nach dem Jahre 1927 wurde kein Stall mehr mit Böhmischem Gewölbe gebaut.

Wenn auch einige Stalldecken bei Altbauten aus modernen Baustoffen bestehen, so sind dies Umbauten, die den Charakter des Stalles als Altbau nicht berühren.

Die Stalldecke bestand aus folgendem Material:

	Altbauten	Neubauten
Ziegel	29 = 58%	9 = 18%
Ziegel Böhm. Gew.	12 = 24%	-
Bims Hohlblock	2 = 4%	24 = 48%
Ziegel Hohlblock	1 = 2%	9 = 18%
Beton Hohlblock	-	3 = 6%
Beton	1 = 2%	1 = 2%
Algostat	-	2 = 4%
Styropor	-	1 = 2%
Heraklith	2 = 4%	-
Holz	2 = 4%	-
Hohlziegel flach	1 = 2%	-
Bims	-	1 = 2%

Die vorstehende Aufstellung zeigt, daß bei Neubauten die Verwendung mo-

derner, wärmedämmender Deckenkonstruktionen immer mehr in den Vordergrund tritt. Die Schwitzwasserbildung bei einzelnen Deckenmaterialien findet an anderer Stelle noch Erwähnung.

Als Bodenbelag des Standplatzes wurde verwendet:

	Altbauten	Neubauten
Ziegel	38 = 76%	18 = 36%
Steinit	8 = 16%	15 = 30%
Stallit	3 = 6%	12 = 24%
Dorit	-	2 = 4%
Asphalt	-	1 = 2%
Beton	1 = 2%	1 = 2%
Ziegel Hohlblock	-	1 = 2%

Stallit, Steinit und Dorit sind fabrikmäßig vorgefertigte Bodenbeläge mit einem sehr großen Wärmedämmwert.

Über die Art des Bauuntergrundes und der Isolierung gegen die Bodenschichten konnten keine erschöpfenden Auskünfte eingeholt werden. Stallit, Steinit und Dorit hatten meist nur eine schwache Kiesunterlage.

Die Größe der Bodenfläche betrug:

	Altbauten	Neubauten
bis 50 qm	4 = 8%	-
100 qm	18 = 36%	5 = 10%
200 qm	25 = 50%	29 = 58%
300 qm	2 = 4%	16 = 32%
über 400 qm	1 = 2%	-

Durchschnittliche Größe bei Altbauten: 123 qm.
Der kleinste Stall 40 qm, der größte Stall 426 qm

Durchschnittliche Größe bei Neubauten: 165 qm.
Der kleinste Stall 58 qm, der größte Stall 296 qm.

An Fensterfläche wiesen auf:

		Altbauten	Neubauten
bis	2 qm	11 = 22%	-
	5 qm	34 = 68%	11 = 22%
	10 qm	5 = 10%	27 = 54%
	15 qm	-	8 = 16%
	20 qm	-	4 = 8%

Durchschnittliche Fensterfläche bei Altbauten: 3,26 qm.
Extremwerte: 0,5 und 9,0 qm.

Durchschnittliche Fensterfläche bei Neubauten: 8,20 qm.
Extremwerte: 1,7 und 20,0 qm.

Das Verhältnis Fensterfläche zur Bodenfläche betrug:

		Altbauten	Neubauten
bis	1 : 10	-	-
	1 : 20	2 = 4%	21 = 42%
	1 : 30	10 = 20%	19 = 38%
	1 : 40	16 = 32%	10 = 20%
	1 : 50	10 = 20%	
	1 : 60	6 = 12%	
	1 : 70	4 = 8%	
	1 : 80	1 = 2%	
	1 : 90	1 = 2%	

Durchschnittliches Verhältnis Fensterfläche : Bodenfläche bei Altbauten: 1 : 41,1.
Extremwerte: 1 : 87,0 und 1 : 15,6.

Durchschnittliches Verhältnis Fensterfläche : Bodenfläche bei Neubauten: 1 : 22,3.
Extremwerte: 1 : 40,0 und 1 : 11,2.

Hieraus ist zu ersehen, daß immer mehr Wert auf genügend Licht im Stall gelegt wird. Während in den Altbauten 96% nicht den gestellten Ansprüchen von 1 : 20 genügen, sind es bei den untersuchten neuen Ställen immer noch 58%.

Formen der Aufstallung:

	Altbauten	Neubauten
Langstand	22 = 44%	6 = 12%
Mittellangstand	26 = 52%	39 = 78%
Kurzstand	2 = 4%	5 = 10%

Der Mittellangstand mit Freßgitter war in den untersuchten Betrieben die gebräuchlichste Form der Aufstallung. Er löst allmählich den unhygienischen Langstand ab.

Als durchschnittliche Raumgröße errechnete ich bei Altbauten 309 cbm.
Die Extremwerte waren 70 cbm und 1 257 cbm.

Die Durchschnittsgröße bei Neubauten betrug 459 cbm.
Die Extremwerte waren 144 cbm und 888 cbm.

Im einzelnen betrug die Kubatur:

	Altbauten	Neubauten
bis 100 cbm	2 = 4%	-
200 cbm	13 = 26%	2 = 4%
300 cbm	12 = 24%	7 = 14%
400 cbm	13 = 26%	13 = 26%
500 cbm	7 = 14%	11 = 22%
600 cbm	-	8 = 16%
700 cbm	2 = 4%	3 = 6%
800 cbm	-	3 = 6%
900 cbm	-	3 = 6%
über 1000 cbm	1 = 2%	-

Die Altbauten waren im Durchschnitt mit 17,3 GVE,
die Neubauten mit 19,7 GVE belegt.

Stallklimatische Angaben

a) Luftraum

Wichtiger als die absolute Größe ist die relative Größe eines Stalles, d.h. der Luftraum, der den Tieren pro GVE zur Verfügung steht.

Der Luftraum des Stalles wird aus der Kubatur errechnet. Da die im Stall stehenden Tiere und verschiedene Einrichtungen, wie Futterbarren, kleinere Mauern für Kälber- und Schweinebuchten usw., einen Teil dieses Luftraumes verdrängen, ist der den Tieren für die Atmung tatsächlich zur Verfügung stehende Luftraum erheblich geringer.

Bei meiner Berechnung des Luftraumes habe ich diesen Umstand berücksichtigt und deshalb pro GVE 1,5 cbm in Abzug gebracht.

Es wurden an Luftraum pro GVE angetroffen:

		Altbauten	Neubauten
bis	10 cbm	7 = 14%	-
	15 cbm	16 = 32%	2 = 4%
	20 cbm	15 = 30%	18 = 36%
	25 cbm	9 = 18%	19 = 38%
	30 cbm	1 = 2%	8 = 16%
	35 cbm	2 = 4%	3 = 6%

In Altbauten stehen einer GVE im Durchschnitt 16,3 cbm zur Verfügung. Extremwerte: 8,3 und 33,4 cbm.

In Neubauten stehen einer GVE im Durchschnitt 22,1 cbm zur Verfügung. Extremwerte: 12,6 und 34,8 cbm.

Wie groß die Abhängigkeit der stallklimatischen Faktoren von der Besatzdichte ist, zeigen die beiden nachstehenden Tabellen.

Ställe mit zu geringem Luftraum pro GVE:

Stall Nr.	cbm IGVE	IT	IF %	CO_2 %	AKG	F	Bem.
91	8,9	15	94	0,48	6,0	DW	Kälberkrankh.
86	10,7	18	98	0,33	7,3	DWT	Euterentzündg.
61	13,0	15	96	0,31	6,0	DWT	-
Ø Wert:	10,9	16	96	0,37	6,7		

Ställe mit ausreichendem Luftraum pro GVE:

Stall Nr.	cbm IGVE	IT	IF %	CO_2 %	AKG	F	Bem.
18	26,8	13	74	0,13	8,8	-	-
21	24,8	14	78	0,19	7,9	-	-
22	25,0	12	88	0,21	8,1	-	-
ø Wert:	25,5	13	80	0,18	8,3		

Dieser Vergleich läßt erkennen, daß Ställe mit einem größeren Verhältnis des Luftraumes zur Bestandsgröße gesünder und klimatisch einwandfreier sind.

b) Temperatur

Der Mittelwert aller Außentemperaturmessungen war ca. +5,3°C.

Bei den Altbauten betrug die Innentemperatur durchschnittlich 12,7°C, bei den Neubauten 12,6°C. Wenn durch Untersuchungen der letzten Jahre die Optimaltemperatur um 13°C liegt, würde das Ergebnis meiner Messungen durchaus günstig und befriedigend sein.

Betrachtet man meine Meßergebnisse jedoch im einzelnen, so ergibt sich ein anderes Bild:

		Altbauten	Neubauten
	6°C	1 = 2%	-
	7°	1 = 2%	-
	8°	-	2 = 4%
	9°	1 = 2%	4 = 8%
	10°	6 = 12%	6 = 12%
	11°	6 = 12%	5 = 10%
	12°	6 = 12%	5 = 10%
	13°	12 = 24%	7 = 14%
	14°	1 = 2%	12 = 24%
	15°	12 = 24%	3 = 6%
	16°	2 = 4%	5 = 10%
über	17°	2 = 4%	1 = 2%

34% der Altbauten und 42% der Neubauten haben demnach zu hohe Stalltemperaturen.

c) Luftfeuchtigkeit

Ein noch ungünstigeres Ergebnis zeigte die Messung der relativen Luftfeuchtigkeit in den Ställen. Bei einem durchschnittlichen Außenwert von 76,5% hatten die Altbauten 90,3% und die Neubauten 89,0% relative Luftfeuchtigkeit.

Die ermittelten Werte betrugen im einzelnen:

	Altbauten	Neubauten
69 - 80%	2 = 4%	7 = 14%
81 - 85%	7 = 14%	9 = 18%
86 - 90%	14 = 28%	8 = 16%
91 - 95%	20 = 40%	14 = 28%
96 - 98%	7 = 14%	12 = 24%

96% der Altbauten und 86% der Neubauten entsprechen nicht dem im Schrifttum geforderten zulässigen Höchstwert von 80%.

54% der Altbauten und 52% der Neubauten überschritten sogar die 90%-Grenze.

d) Kohlendioxyd

Der durchschnittliche CO_2-Gehalt betrug bei Altbauten 0,23 und bei Neubauten 0,20 Vol %.

	Altbauten	Neubauten
bis 0,1% CO_2	3 = 6%	2 = 4%
0,2%	20 = 40%	29 = 58%
0,3%	19 = 38%	18 = 36%
0,4%	7 = 14%	1 = 2%
0,5%	1 = 2%	

54% der Altbauten wiesen einen höheren CO_2-Gehalt auf als die von ROLLE (47) geforderte Norm von 0,2 Vol % (Extremwert: 0,48%), ebenso 38% der Neubauten (Extremwert: 0,32%).

e) Luftbewegung und Abkühlungsgröße

Die in den Ställen gemessene Luftbewegung entsprach nur bei 30% der neuen und 28% der alten Ställe den von FUHRIMANN (19) geforderten Werten. 48% der alten und 46% der neuen Ställe lagen darunter.

Die höheren festgestellten Luftbewegungen sind durch stärkeren Außenwind zu erklären.

Für die Abkühlungsgröße stellt FUHRIMANN die Grenzwerte 7,0 und 9,5 auf. Diese Werte wurden bei 36% der Altbauten und 32% der Neubauten nicht erreicht.

Eine Erklärung der allgemein unbefriedigenden Ergebnisse meiner stallklimatischen Untersuchungen gibt folgender Überblick über die vorhandenen Be- und Entlüftungsanlagen:

	Altbauten	Neubauten
Abluftschacht und Zuluftöffnungen	1 = 2%	4 = 8%
Abluftschacht	3 = 6%	10 = 20%
Luftschlitze in der Decke	1 = 2%	1 = 2%
Ventilator	-	1 = 2%
Abluftschacht und Futterluke	-	1 = 2%
Futterluke	-	3 = 6%
Wandöffnungen	8 = 16%	-

Literatur und Praxis erkennen die Kombination von Abluftschacht und Zuluftöffnungen und mit Einschränkung die Verbindung von Fensterlüftung mit Abluftschacht als ordnungsgemäße Lüftungsanlagen an, desgleichen sinnvoll zur Anwendung gebrachte Ventilatoren. Vollwertige Lüftungsanlagen, die keineswegs immer in Funktion waren, hatten 22% der 100 untersuchten Betriebe (10% der Altbauten und 34% der Neubauten).

Selbst wenn man die vielleicht zufällig geöffneten Futterluken und die Wandöffnungen mit ihrem zweifelhaften Wert in die Rechnung einbezieht, hatten nur 33% aller Ställe eine als Lüftungsanlage anzusprechende Einrichtung (26% der Altbauten und 40% der Neubauten).

In den beiden folgenden Tabellen sind die Stallungen mit ausgesprochen schlechtem Stallklima einer Gruppe von Stallungen gegenüber gestellt, deren Werte ein gutes Stallklima demonstrieren.

Ställe mit schlechtem Stallklima:

Stall Nr.	cbm IGVE	AT	IT	AF %	IF %	WIG	AKG	CO_2 %	F	Lü
2	18,5	+3	15	95	96	0,050	6,2	0,30	-	As
61	13,0	9	15	82	96	0,042	6,0	0,31	DWT	-
70	26,3	9	17	79	97	0,081	6,1	0,40	DW	-
86	10,7	9	18	87	98	0,238	7,3	0,33	DWT	ZuAs
91	8,9	-1	15	52	94	0,073	6,6	0,48	DW	-
ø Wert:	15,5	5,8	16	79	96	0,097	6,4	0,36		

Ställe mit gutem Stallklima:

Stall Nr.	cbm IGVE	AT	IT	AF %	IF %	WIG	AKG	CO_2 %	F	Lü
18	26,8	+3	13	83	74	0,200	8,8	0,13	-	AsFl
28	17,2	8	11	60	85	0,130	8,8	0,14	-	Fl
57	33,4	5	12	90	85	0,265	9,9	0,10	-	ZuDs
60	14,6	10	13	61	70	0,156	8,4	0,12	-	As
67	14,9	11	13	56	78	0,104	7,7	0,16	-	-
ø Wert:	21,4	7,4	12	70	78	0,171	8,7	0,13		

Bei Stall 2 waren sämtliche Fenster geschlossen und der Abluftschacht zugestopft. In Stall 86 befand sich direkt unter dem Abluftschacht ein Mauerdurchbruch als Zuluftöffnung. Stall 67 hat die Fenster sowie die Tür zur Futterkammer und der dahinter liegenden Scheune stets geöffnet.

Der Vergleich zwischen diesen beiden Stallgruppen zeigt, wie stark eine gute Lüftung das Stallklima mit allen seinen Faktoren beeinflußt.

f) Belichtung

Meine Lichtmessungen ergaben bei Altbauten einen Durchschnittswert von 18,5 Lux, bei den Neubauten einen Wert von 35,6 Lux.

	Altbauten	Neubauten
bis 5 Lux	12 = 24%	-
10 Lux	11 = 22%	10 = 20%
15 Lux	8 = 16%	14 = 28%
20 Lux	3 = 6%	5 = 10%
30 Lux	5 = 10%	5 = 10%
40 Lux	3 = 6%	2 = 4%
50 Lux	3 = 6%	3 = 6%
über 50 Lux	5 = 10%	11 = 22%

68% der Altbauten und 58% der Neubauten hatten einen Lichtwert unter 20 Lux. Der niedrigste Wert in einem Altbau betrug 2 Lux.

Zu den Lichtwerten muß einschränkend gesagt werden, daß bei meist trübem Wetter während des Untersuchungszeitraumes der Außenlux-Mittelwert nur knapp 3 700 betrug.

Der Tageslichteinfall wurde fast ausnahmslos in alten wie in neuen Stallungen durch verschmutzte Fenster gemindert. Zerbrochene Scheiben waren oft mit lichtundurchlässigem Material zugenagelt oder mit Stroh verstopft. Besonders tiefer liegende Fenster dienten als Abstellfläche und hemmten dadurch den freien Lichteinfall.

Die allgemeine Sauberkeit beurteilte ich nach persönlichem Empfinden mit den Noten 1 - 5.

Ich bewertete mit

	Altbauten	Neubauten
Note 1	2 = 4%	8 = 16%
2	5 = 10%	25 = 50%
3	25 = 50%	16 = 32%
4	16 = 32%	1 = 2%
5	2 = 4%	-

Diese Aufstellung zeigt, daß neuere Ställe sauberer gehalten werden als alte. Der Zusammenhang zwischen Reinlichkeit, großzügiger bemessenem Stallraum und hauptsächlich den besseren Belichtungsverhältnissen ist unverkennbar.

Von den 50 Stallneubauten meiner Untersuchungen waren 26 mit Hilfe staatlicher Mittel aus dem Grünen Plan gebaut und deren Bauherren zum größten Teil von staatlichen Stellen beim Bau beraten worden.

Nicht erfüllt wurden dabei die Forderungen bezüglich:

Fensterfläche	von	12	Stallungen	= 46%
Innenhelligkeit	"	11	"	= 42%
Luftraum/GVE	"	9	"	= 35%
Innentemperatur	"	9	"	= 35%
Innenfeuchtigkeit	"	22	"	= 85%
Luftbewegung	"	8	"	= 31%
Abkühlungsgröße	"	3	"	= 12%
CO_2-Gehalt	"	7	"	= 27%
Lüftungsanlagen	"	19	"	= 73%

In den Übersichtstabellen I und II sind die ermittelten Werte sämtlicher Untersuchungen zusammengefaßt.

Die Formblätter mit den dazugehörigen Plänen betreffen alle in den Vergleichstabellen erwähnten Ställe.

Tabelle I

Ställe bis 20 Jahre (Neubauten)

NR.	LAGE	ALTER	WAND ART	WAND cm	DECKE ART	BODEN ART	BF qm	FF qm	FF:BF	cbm	GVE	GVE cbm	F	LÜ	ASF	1-5	ZEIT	WETTER	AT	IT	AF %	IF %	WIG	AKG	CO_2 %	AL	IL	Krankh.
1	OW	9	Z	40	B Hb	Sta	132	6,2	1:21,4	356	17	19,5			M	3	14,30	trüb	+5	14	92	97	0,112	7,5	0,20	1345	5,6	
2	NS	4	Z	40	Z Hb	Z	118	7,8	1:15,1	320	16	18,5		As	M	4	12,30	Regen	+3	15	95	96	0,050	6,2	0,30	1380	14,6	
3	NO	9	Z	36	B Hb	Ste	148	6,1	1:24,3	386	14	26,1		AsZu	M	2	12,30	trüb	+9	17	80	93	0,180	7,2	0,18	1380	8,8	
4	W	11	Z	45	B Hb	Z	125	6,6	1:18,9	362	18	18,6		As	M	3	14,45	Regen	+3	14	96	97	0,091	7,2	0,25	1440	7,6	Kälber
5	W	7	Z	50	B Hb	Ste	158	5,0	1:31,6	474	23	19,1			M	2	15,15	Regen	+3	8	95	91	0,100	9,3	0,12	1440	8,4	
6	S	1	Z	50	Z Hb	Z	212	15,2	1:13,9	615	26	22,1		As	M	1	14,30	Regen	+3	10	95	95	0,073	8,1	0,22	1620	14,4	
7	SO	15	Z	40	Z	Z	256	12,4	1:20,6	742	30	23,2		AsZu	M	2	15,15	trüb	-1	11	93	92	0,065	7,7	0,22	1680	10,0	
8	OW	5	Z	46	B Hb	Sta	280	11,5	1:24,3	728	25	27,6	D		L	3	14,30	trüb	+7	15	76	80	0,230	8,4	0,15	1740	10,6	
9	NS	3	Z	45	B Hb	Sta	296	20,0	1:14,8	888	38	21,8		As	M	3	11,30	Regen	+1	11	96	96	0,027	6,8	0,20	1860	11,2	
10	N	5	Z	38	B Hb	Sta	293	14,0	1:20,8	879	37	22,3		As	M	1	11,15	Regen	+1	11	97	96	0,055	7,5	0,17	1860	11,4	
11	S	14	Z	58	B Hb	Z	204	6,0	1:34,0	581	16	34,8	DW	ZuDs	M	3	15,00	trüb	+3	10	92	97	0,188	9,9	0,20	2080	11,8	
12	W	10	Z	40	B Hb	Z	166	5,0	1:33,2	465	21	20,6	DW		M	3	14,30	trüb	+3	13	85	96	0,104	7,7	0,20	2100	11,6	
13	NS	7	Z	50	Z	Sta	126	5,5	1:22,9	321	18	16,3		Fl	M	2	13,45	trüb	+5	10	92	93	0,104	8,7	0,10	2400	13,0	
14	W	13	Z	43	Z Hb	Z	90	3,0	1:30,0	234	9	24,5	DW		L	3	13,15	bed.	+10	13	56	89	0,123	8,0	0,25	2400	42,0	
15	NS	9	Z	60	B Hb	Z	204	12,6	1:16,2	571	27	19,7		ZuAs	M	1	14,20	trüb	-1	8	92	91	0,177	10,5	0,15	2460	19,8	
16	W	20	Z	50	Z	Z	220	5,5	1:40,0	540	25	20,1			M	2	15,30	Sonne	+11	16	64	91	0,054	6,0	0,23	2470	19,8	
17	SW	3	Z	50	Z	Ste	130	6,4	1:20,3	351	14	23,6			M	2	13,45	trüb	-1	12	96	96	0,083	7,7	0,27	2520	16,2	
18	OW	2	Z	50	B Hb	Ste	220	16,9	1:12,9	594	21	26,8		AsFl	K	1	14,00	trüb	+3	13	83	74	0,200	8,8	0,13	2520	12,1	
19	SW	19	Z	55	Z	Z	221	6,6	1:33,5	641	32	18,5	DW		M	2	10,45	trüb	+7	16	90	96	0,075	6,3	0,18	2580	5,4	
20	NS	9	Z	50	Z	Z	154	8,5	1:18,1	431	17	25,4			M	2	14,20	trüb	+3	16	95	86	0,060	6,1	0,28	2600	11,4	
21	W	2	Z	40	B	Dorit	82	4,6	1:17,6	213	9	23,6			M	2	13,30	trüb	+3	13	95	84	0,160	8,4	0,17	2640	7,8	
22	O	7	Z	50	Z Hb	Ste	105	9,3	1:11,2	273	11	24,8			M	2	15,00	trüb	+3	14	95	78	0,140	7,9	0,19	2880	7,2	
23	O	6	B	36	B Hb	Ste	203	9,9	1:20,5	528	20	25,0		ZuAs	M	2	11,00	trüb	+2	12	86	88	0,120	8,1	0,21	3000	12,0	
24	W	2	Z	40	B Hb	Asph	133	4,2	1:31,7	352	15	21,9		FL	M	2	16,00	Sonne	-2	10	50	82	0,143	9,3	0,18	3060	76,8	
25	NS	7	Z	40	B Hb	Sta	128	7,4	1:17,3	371	14	25,0			M	1	13,00	trüb	+3	12	84	96	0,083	7,7	0,15	3360	34,8	
26	NS	8	Z	50	BetHb	Ste	170	8,5	1:20,0	460	15	29,1			L	2	12,30	trüb	+1	9	94	95	0,053	8,0	0,20	3480	15,0	
27	OW	12	Z	46	Z HB	Z	138	4,6	1:30,0	373	21	16,3			M	3	15,00	trüb	+5	14	83	95	0,348	9,8	0,26	3600	9,6	
28	S	3	Z	40	Z	Ste	234	13,0	1:18,0	655	35	17,2		Fl	K	3	14,00	bew.	+8	11	60	85	0,130	8,8	0,14	3720	22,8	
29	O	7	Z	40	Bet	Z	115	8,8	1:13,1	310	13	22,4	D		M	2	13,20	trüb	+3	13	83	90	0,100	7,8	0,23	3840	15,6	
30	OW	6	Z	50	BetHb	Ste	175	5,3	1:33,0	472	22	19,9	DW		M	2	11,15	Sonne	+9	15	78	96	0,066	6,5	0,20	3900	64,8	
31	NS	5	Z	40	Z Hb	Z	173	8,6	1:20,1	441	17,7	23,0		As	M	2	10,30	Sonne	+8	14	78	89	0,050	6,5	0,23	3960	94,8	
32	W	8	Z	46	B Hb	Z	66	4,4	1:15,0	165	9	16,8	D	As	M	2	14,45	Sonne	+12	14	61	81	0,169	8,2	0,23	3960	120,0	
33	OW	2	Z	50	BetHb	Ste	208	10,0	1:20,8	562	21	25,3	DW	As	M	3	14,30	bew.	+9	14	77	95	0,105	7,4	0,22	3980	20,4	Kälber
34	W	13	Z	40	Z Hb	Bet	58	1,7	1:33,3	144	6	22,5			M	3	11,30	trüb	+2	9	88	96	0,067	8,4	0,27	4020	10,0	
35	W	4	Z	40	Z	Z	160	10,1	1:16,0	448	23	17,9		As	M	2	13,00	bew.	+7	14	87	82	0,050	6,5	0,20	4080	22,3	
36	NS	1	Z	50	B Hb	Dorit	273	18,0	1:15,1	820	23	34,1		As	K	1	12,30	trüb	+3	11	85	93	0,130	8,8	0,15	4260	20,8	
37	NS	6	Z	40	B Hb	Z	96	4,7	1:20,4	240	17	12,6	W		L	3	12,15	Regen	+5	14	84	92	0,120	7,6	0,22	4320	17,4	
38	NS	6	Z	40	Z	Ste	170	11,2	1:15,2	490	16,5	29,7			M	2	15,00	trüb	+3	14	83	89	0,100	7,2	0,32	4390	11,0	
39	OW	11	Z	55	B Hb	Sta	112	7,2	1:15,6	280	13,0	20,0			L	3	11,30	Sonne	+8	13	69	88	0,036	6,6	0,17	4480	54,6	
40	OW	7	Z	40	B Hb	Ste	108	7,2	1:15,0	281	18	14,1			M	2	14,30	Sonne	-2	9	57	80	0,209	10,5	0,16	4600	170,0	
41	OW	14	Z	45	B Hb	Ste	156	6,9	1:22,6	413	20	19,1			M	1	13,40	bew.	+10	13	56	85	0,209	9,0	0,18	4680	12,6	
42	OW	3	Z	46	B Hb	Sta	256	7,5	1:34,1	768	24	30,5			M	2	15,00	Sonne	+7	10	60	86	0,181	9,8	0,14	5080	84,0	
43	OW	2	Z	50	B Hb	Sta	138	8,0	1:17,3	365	18	18,8			M	1	12,30	bew.	+11	14	56	85	0,120	7,6	0,18	6480	29,4	
44	NS	10	Z	50	B Hb	Z Hb	176	7,8	1:22,6	466	20	21,8			M	2	12,00	Sonne	+10	14	79	84	0,098	7,4	0,15	6840	70,8	
45	O	4	Z	65	Z Hb	Ste	158	5,7	1:27,7	450	26	15,8			M	2	12,15	Sonne	+9	16	56	69	0,143	7,2	0,15	8160	176,4	
46	SO	15	Z	36	B Hb	Z	110	4,4	1:25,0	264	11	22,5			L	3	14,00	Sonne	+11	16	56	76	0,262	8,3	0,26	8520	153,6	
47	S	3	B Hb	30	Algo	Sta	187	8,2	1:22,8	533	21	23,9			K	1	16,00	bew.	+6	12	65	78	0,061	7,3	0,08	3050	34,8	
48	S	5	Z	36	Z Hb	Sta	136	3,8	1:35,8	360	18	18,6			M	3	13,15	bed	+5	12	61	92	0,046	7,0	0,26	4480	43,2	
49	S	5	B Hb	30	Algo	Ste	136	6,4	1:21,2	347	12	27,4			M	2	12,30	bew.	+5	10	60	83	0,165	9,6	0,18	5720	46,8	
50	OW	3	Z	36	Styrepol	Sta	204	10,7	1:19,1	530	31	15,6		Vent	K	2	11,00	Sonne	-2	9	64	92	0,121	9,3	0,17	7200	55,2	
	ø	7,2		44,6			165	8,2	22,3	459	19,7	22,1							+4,8	12,6	79%	89%	0,118	8,0	0,20	3512	35,6	

Tabelle II

Ställe über 20 Jahre (Altbauten)

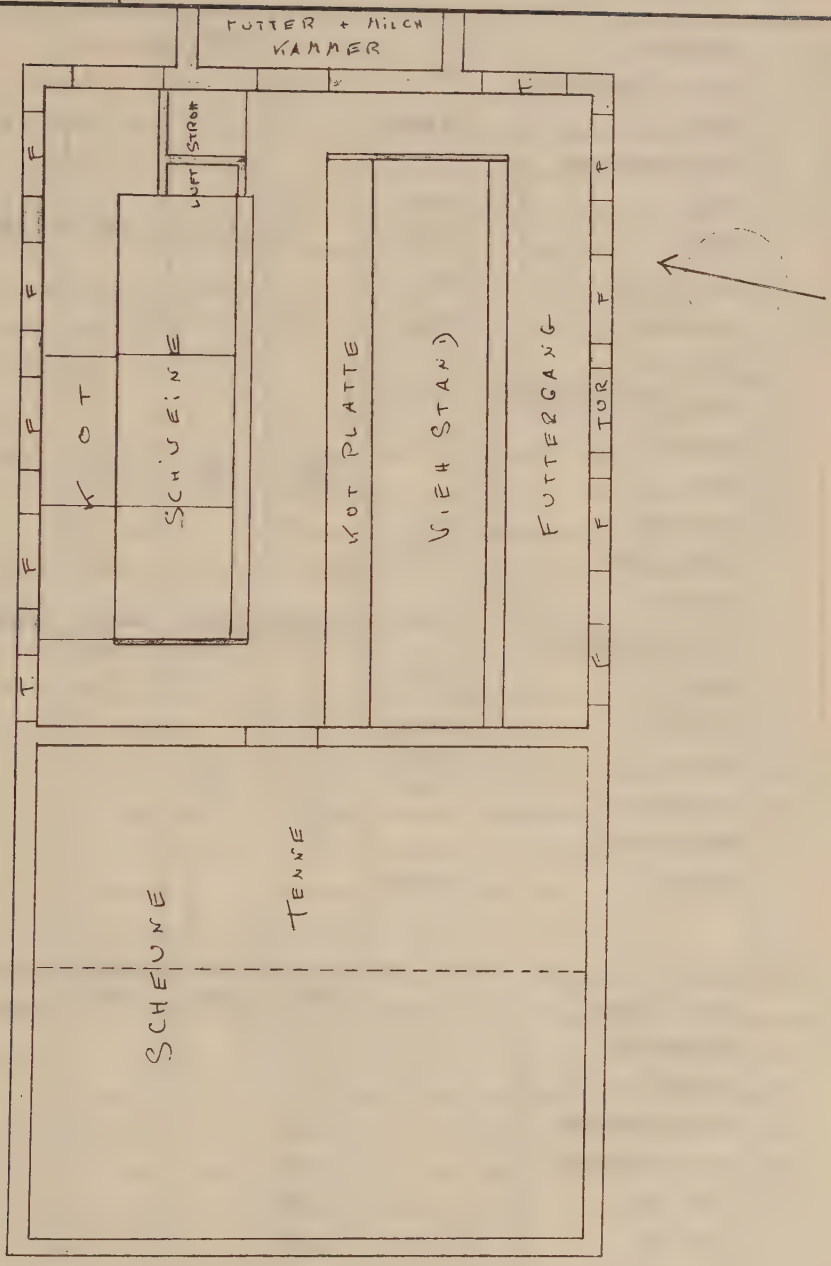
NR.	Lage	Alter	Wand Art	Wand cm	Decke Art	Boden Art	BF qm	FF qm	FF:BF	cbm	GVE	GVE cbm	F	Lü	ASF	1-5	Zeit	Wetter	AT	IT	AF %	IF %	WIG	AKG	CO_2 %	AL	IL	Krankh.
51	S	32	Z	40	Z	Z	80	2,9	1:27,6	236	7	32,2	W	Zu	M	3	15,00	Regen	+ 6°	12°	79	85	0,128	8,4	0,10	1140	3,0	
52	NS	33	Z	50	Z	Ste	78	4,0	1:19,5	200	9,5	19,5	—	—	M	3	12,00	Regen	+ 3	12	95	94	0,327	10,5	0,17	1300	12,4	
53	W	80	Z	52	Z BöG	Z	121	3,4	1:36,1	303	20	13,6	DW	-	M	3	14,45	trüb	0	10	91	96	0,065	8,0	0,28	1320	4,8	
54	NO	45	Z	60	Z	Sta	104	3,4	1:30,6	260	14,5	16,4	-	-	M	2	12,00	trüb	+10	15	75	85	0,218	8,3	0,13	1440	5,2	
55	S	100	Z	45	Z	Z	84	1,4	1:58,3	168	12	12,5	W	-	L	4	15,00	trüb	+ 9	15	81	91	0,100	7,0	0,27	1740	2,4	
56	N	45	Z	60	Z BöG	Z	99	2,6	1:38,8	267	11	22,8	-	Zu	L	3	16,00	trüb	- 1	10	75	93	0,165	9,6	0,30	1820	4,4	
57	N	53	Z	60	Z	Z	426	8,1	1:52,6	1257	36	33,4	-	Zu	L	1	11,30	trüb	+ 5	12	90	85	0,265	9,9	0,10	1920	3,6	
58	OW	100	Z	45	Z	Z	70	2,2	1:31,8	154	10	13,9	-	-	M	3	15,30	trüb	+ 3	9	91	98	0,103	9,0	0,15	2040	10,7	
59	NS	44	Z	50	Z	Z	85	2,9	1:29,3	187	11	15,5	-	-	M	3	14,30	trüb	+ 9	11	81	87	0,168	9,3	0,17	2080	2,6	
60	W	70	Z	60	Z	Z	176	5,6	1:31,5	466	29	14,6	-	As	L	3	16,00	Sonne	+10	13	61	70	0,156	8,4	0,12	2100	15,6	
61	S	87	Z	50	Z BöG	Z	49,5	1,4	1:35,4	109	7,5	13,0	DWT	-	M	5	13,30	trüb	+ 9	15	82	96	0,042	6,0	0,31	2180	4,2	Mastitis
62	N	44	Z	40	Z BöG	Z	108	3,6	1:30,0	302	14	20,1	-	-	M	3	10,45	Regen	+ 3	11	98	97	0,100	8,3	0,23	2520	11,2	
63	S	60	Z	50	Z BöG	Z	195,5	9,0	1:21,7	479	24	18,4	-	-	L	3	12,00	trüb	+ 5	10	90	92	0,122	9,0	0,17	2620	12,6	
64	S	42	Z	50	Bet	StaSE	198	5,0	1:39,6	495	20	23,3	DW	-	K	3	15,30	bew.	+ 2	10	60	90	0,150	9,4	0,17	2740	9,2	
65	OW	63	Z	60	Z	Z	70	3,2	1:21,8	161	16	8,6	-	-	M	4	12,00	bew.	-11	13	70	92	0,104	7,7	0,31	2880	10,8	Mastitis
66	N	100	Z	45	Z	Bet	83,5	1,3	1:62,8	167	8	19,4	-	Zu	L	4	12,00	trüb	+ 1	6	94	95	0,050	8,9	0,19	3000	4,0	
67	NS	80	Z	50	Z BöG	Z	156	3,2	1:48,1	382	23	15,0	-	-	M	2	13,45	Sonne	+11	13	56	78	0,104	7,7	0,16	3000	22,8	
68	OW	70	Z	60	Z BöG	Z	178	4,3	1:41,3	472	25	17,4	DW	-	L	3	11,30	bew.	+ 8	12	86	93	0,051	7,1	0,25	3000	6,4	
69	NS	40	Z	45	Z BöG	Z	110	2,45	1:45,0	258	23	9,7	-	-	L	4	14,00	bew.	+ 9	13	95	90	0,191	8,8	0,21	3040	2,0	
70	OW	45	Z	56	Z BöG	Z	240	8,0	1:30,0	696	25	26,3	DW	-	L	3	13,15	Sonne	+ 9	17	79	97	0,081	6,1	0,40	3060	31,9	Kälber
71	OW	60	Z	30	Z	Z	40	1,1	1:36,4	88	9	8,3	-	-	L	4	15,30	bew.	+ 6	15	62	94	0,131	7,4	0,28	3140	6,0	
72	SO	100	Z	46	Z BöG	Z	130	3,4	1:37,8	299	21	12,7	-	-	M	4	12,30	bew.Wi	+ 8	15	78	81	0,409	9,8	0,11	3240	12,2	
73	S	125	Z	45	Z	Z	127,5	2,6	1:49,0	320	18	16,3	DW	-	M	3	13,00	bew.Wi	+ 7	11	76	87	0,178	9,4	0,14	3260	5,4	
74	NS	61	Z	50	Z	Ste	132	3,5	1:36,6	356	19	17,2	DW	-	M	4	14,15	Sonne	+10	15	58	90	0,148	7,6	0,22	3300	78,0	
75	N	44	Z	40	Z	Ste	67,5	2,1	1:32,1	148,5	13	9,9	DW	-	M	4	14,30	bew.	+ 9	15	68	92	0,057	6,3	0,23	3540	22,8	Kälber
76	S	77	Z	45	Z	Z	144	2,2	1:66,0	382	22	15,9	-	-	M	4	15,00	bew.	+10	15	66	91	0,057	6,3	0,22	3600	4,6	
77	S	110	Z	40	Z	Z	140	2,7	1:51,8	308	22	12,5	DW	-	L	4	14,30	bew.	+ 8	13	62	86	0,123	8,0	0,28	3720	5,0	
78	O	97	Z	50	Z	Ste	132	3,0	1:44,0	356	22	14,7	DW	-	M	3	12,45	Regen	+ 5	12	88	90	0,174	9,0	0,20	3720	6,2	
79	N	29	Z	40	B Hb	Z	45	1,3	1:34,6	108	4,5	22,4	DW	-	M	3	15,00	Sonne	- 2	10	50	94	0,122	9,0	0,27	3840	27,6	
80	NS	36	Z	45	Z	Z	72	1,95	1:36,9	166	12	12,3	-	Zu	L	4	11,00	trüb	+ 5	15	90	97	0,238	8,5	0,18	3860	7,6	
81	S	47	Z	50	Z	Z	132	2,7	1:48,9	317	14	21,1	-	-	L	3	13,00	bew.	+ 8	11	62,	86	0,088	8,1	0,16	4080	16,4	
82	S	31	Z	55	Herakl	Z	112	5,0	1:22,4	302	15	18,6	DW	-	M	3	11,30	Sonne	+ 8	13	65	88	0,104	7,7	0,18	4260	40,8	
83	N	58	Z	58	Z	Z	194	2,23	1:87,0	446	18	23,3	-	-	L	2	13,00	bew.	+10	13	60	85	0,065	7,1	0,27	4320	8,0	
84	SO	51	Z	40	Z	Z	132	4,3	1:30,6	304	19	14,5	-	-	M	3	12,00	bew.	+ 8	11	84	88	0,144	9,0	0,15	4480	25,6	
85	S	40	Z	50	Z BöG	Z	100	3,24	1:30,8	265	12	20,6	W	-	L	1	14,00	Sonne	+ 9	13	80	95	0,097	7,6	0,38	4560	18,6	
86	W	43	Z	60	Z BöG	Z	144	3,4	1:42,0	353	29	10,7	DWT	ZuAs	M	4	12,00	trüb	+ 9	18	87	98	0,238	7,3	0,33	4560	4,0	Kälber
87	NS	26	Z	46	B Hb	Z	256	5,0	1:51,2	690	29	22,3	DW	-Al	L	3	11,00	Sonne	+ 8	16	68	92	0,075	6,3	0,29	4760	34,8	
88	OW	70	Z	40	Z	Z	91	2,0	1:45,5	205	12	15,6	W	Zu	L	3	12,00	Sonne	+ 9	15	62	88	0,100	7,0	0,26	4800	12,7	
89	S	55	Z	50	Z	Ste	119	2,1	1:56,7	262	22,5	10,1	DWT	-	M	5	10,30	Sonne	- 1	10	50	95	0,081	8,3	0,34	4940	10,8	Mastitis
90	OW	23	Z	50	Holz	Z	117	2,6	1:45,0	292	13	21,0	D	-	L	3	13,15	bew.	+ 9	13	84	87	0,116	7,9	0,15	5000	9,0	
91	S	33	Z	45	Z	Z	100	3,8	1:26,3	240	23	8,9	DW	-	M	3	14,00	Sonne	- 1	15	52	94	0,073	6,6	0,48	5000	54,0	
92	NO	55	Z	60	Z	Z	182	4,0	1:45,5	437	26	15,3	DW	Zu	L	3	15,00	bew.	+ 5	14	63	95	0,056	6,7	0,39	5280	7,4	
93	S	120	Z	40	Holz	Z	40	0,51	1:78,4	70	5	12,5		Zu	L	2	11,30	Sonne	- 2	7	56	92	0,111	9,8	0,22	5480	7,4	
94	S	63	Z	40	Z	Ste	80	1,22	1:65,6	180	18	8,5	-	Zu	M	3	11,00	Sonne	0	13	49	88	0,123	8,0	0,28	5680	26,4	
95	S	100	Z	30	HZ	Z	70	4,5	1:15,6	161	10,5	13,8	-	-	L	4	11,00	heiter	+ 7	11	79	94	0,170	9,3	0,10	6560	60,6	
96	O	25	Z	45	Z Hb	Z	77	3,4	1:22,6	239	12	18,4	D	-	L	4	11,30	heiter	+ 9	13	78	95	0,060	7,0	0,12	6840	56,4	
97	N	60	Z	40	Z	Ste	72	1,83	1:39,3	158	12	11,7	-	-	M	3	10,30	heiter	+ 8	13	76	84	0,066	7,1	0,19	7440	30,6	
98	S	120	Z	60	Z	Z	90	1,7	1:53,0	216	22	8,3	W	-	M	4	10,30	heiter	+ 7	12	80	88	0,046	7,0	0,25	7990	41,4	
99	W	35	Z	50	Herakl	Ste	128	2,1	1:60,9	333	20	15,2	DW	-	K	4	13,30	Sonne	+ 9	15	79	93	0,066	6,5	0,19	8280	43,9	
100	SO	37	Z	60	Z	Sta	165	5,6	1:29,4	430	25	15,7	DW	As	M	2	14,30	Sonne	+12	16	57	85	0,061	6,1	0,26	8500	60,2	
ø		61,3		48,6			123	3,26	1:41,1	309	17,3	16,3							+5,9°	12,7°	74%	90,3	0,125	8,0	0,23	3859	18,5	

ERKLÄRUNG DER ABKÜRZUNGEN

AF	Relative Feuchtigkeit der Außenluft in %
AKG	Abkühlungsgröße
AL	Außenhelligkeit in Lux
Algo	Algostat - Hartschaum
As	Abluftschacht
ASF	Aufstallungsform
AT	Temperatur der Außenluft in ^{o}C
B	Bims
Bet	Beton
BF	Bodenfläche des Stalles in Quadratmetern
BöG	Böhmisches Gewölbe
cbm	Rauminhalt des Stalles in Kubikmetern
CO_2	Kohlendioxydgehalt der Stalluft in 1 m Höhe
Ds	Luftschlitze in der Decke
F	Feuchtigkeit an Decke (D), Wand (W), Tieren (T)
FF	Fensterfläche des Stalles in Quadratmetern
FF:BF	Verhältnis Fensterfläche : Bodenfläche
Fl	Futterluke
GVE	Großvieheinheit
cbm/IGVE	cbm Luftraum / I Großvieheinheit
H	Holz
Hb	Hohlblockstein
HZ	Hohlziegelplatten
IF	Relative Feuchtigkeit der Stalluft in 1 m Höhe
IL	Innenhelligkeit in Lux
K	Kurzstand
L	Langstand
Lü	Lüftungseinrichtungen
M	Mittellangstand
SE	Schwemmentmistung
Sta	Stallit-Stallboden
Ste	Steinit-Stallboden
WIG	Luftbewegung in m/sec
Z	Ziegel
Zu	Zuluftöffnung
1 - 5	Beurteilung der Stallverhältnisse

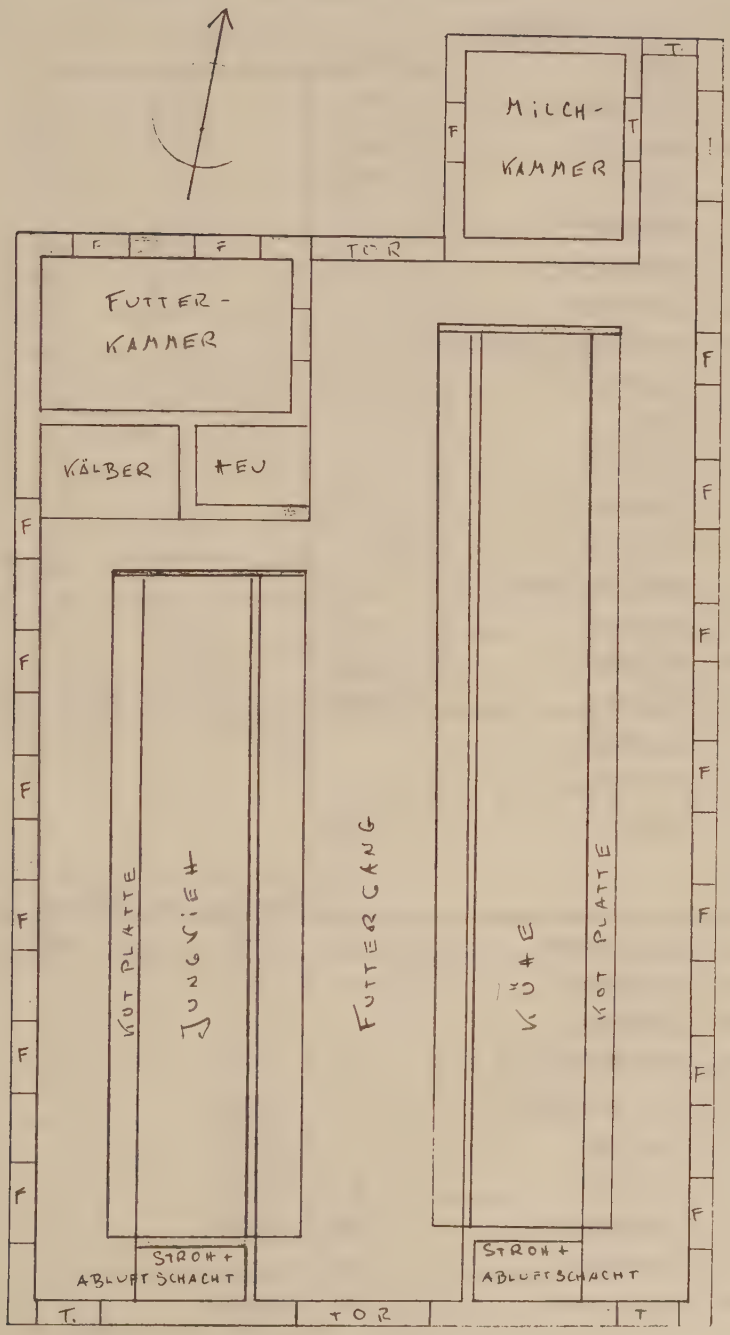
2

1.	Alter des Stalles	4 J		1963			
2.	Richtung der Hauptfensterfront	NS					
3.	Wandart	Ziegel					
4.	Außenwandstärke in cm	40					
5.	Deckenart	Ziegel HB					
6.	Bodenart	Ziegel					
7.	Bodenfläche in m²	118					
8.	Fensterfläche in m²	7,8					
9.	Zahl der Fenster	8					
10.	Verhältnis Fenster - Bodenfläche	1:15,1					
11.	Rauminhalt in m³	320					
12.	Tierart		Rinder 13	Kälber 4	Schweine 17!	Pferde	
13.	Zahl der GVE	16					
14.	Luftraum pro GVE	18,5					
15.	Zahl der Türen	3					
16.	Art der Belüftungsanlage	ohne	Zuluftöffnung	Futterluke	Ventilator	Abluftschacht 1 (geschlossen)	Fenster x
17.	Decke feucht	nein					
18.	Wand feucht	nein					
19.	Tiere feucht	nein					
20.	Aufstallungsform	lang	mittellang x	kurz			
21.	Stallverhältnisse 1–5		1	2	3	4 x	5
22.	Krankheiten	keine					
23.							
24.							
	Tag der Messungen	22.1.	Uhrzeit	12,30	Wetter	Regen	
25.	Außentemperatur	AT	+ 3°				
26.	Innentemperatur	IT	15°				
27.	Relat. Außenfeuchtigkeit	AF	95 %				
28.	Relat. Innenfeuchtigkeit	IF	96 %				
29.	Luxwert außen	AL	1 380				
30.	Luxwert innen	IL	14,6				
31.	Luftbewegung m/sec	WIG	0,05				
32.	Abkühlungsgröße	AKG	6,2				
33.	CO_2 in 1 m Höhe	CO_2	0,30				


FUTTER + MILCH KAMMER
STROH
LUFT
KOT
SCHWEINE
KOT PLATTE
VIEH STAND
FUTTERGANG
TOR
TENNE
SCHEUNE

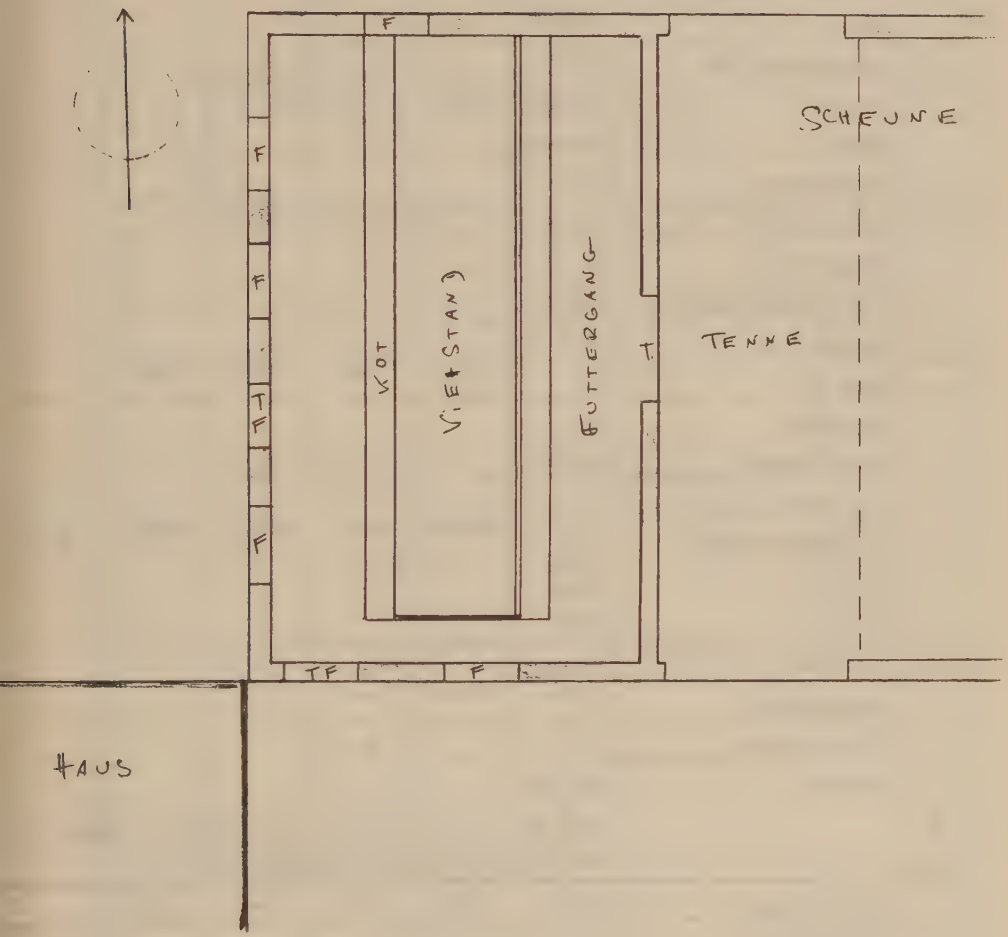
18

1.	Alter des Stalles	2 J		1965			
2.	Richtung der Hauptfensterfront	OW					
3.	Wandart	Ziegel					
4.	Außenwandstärke in cm	50					
5.	Deckenart	Bims					
6.	Bodenart	Steinit	Isolierung: 20 cm Schlacken				
7.	Bodenfläche in m²	220					
8.	Fensterfläche in m²	16,9					
9.	Zahl der Fenster	13					
10.	Verhältnis Fenster - Bodenfläche	1:12,9					
11.	Rauminhalt in m³	594					
12.	Tierart		Rinder 15	Kälber 10	Schweine	Pferde	
13.	Zahl der GVE	21					
14.	Luftraum pro GVE	26,8					
15.	Zahl der Türen	4					
16.	Art der Belüftungsanlage	ohne	Zuluftöffnung	Futterluke 2 gleichzeitig	Ventilator	Abluftschacht 2	Fenster x
17.	Decke feucht	nein					
18.	Wand feucht	nein					
19.	Tiere feucht	nein					
20.	Aufstallungsform	lang	mittellang	kurz x			
21.	Stallverhältnisse 1–5		1 x	2	3	4	5
22.	Krankheiten	keine					
23.							
24.							
	Tag der Messungen	13.1.	Uhrzeit	14⁰⁰	Wetter	trüb	
25.	Außentemperatur	AT	+ 3°				
26.	Innentemperatur	IT	13°				
27.	Relat. Außenfeuchtigkeit	AF	83 %				
28.	Relat. Innenfeuchtigkeit	IF	74 %				
29.	Luxwert außen	AL	2 520				
30.	Luxwert innen	IL	12,1				
31.	Luftbewegung m/sec	WIG	0,2				
32.	Abkühlungsgröße	AKG	8,85				
33.	CO_2 in 1 m Höhe	CO_2	0,13				


MILCH-
KAMMER
T
F
TÜR
FUTTER-
KAMMER
KÄLBER
HEU
JUNGVIEH
KOT PLATTE
FUTTERGANG
KUHE
KOT PLATTE
STROH+
ABLUFTSCHACHT
STROH+
ABLUFTSCHACHT
TOR

21

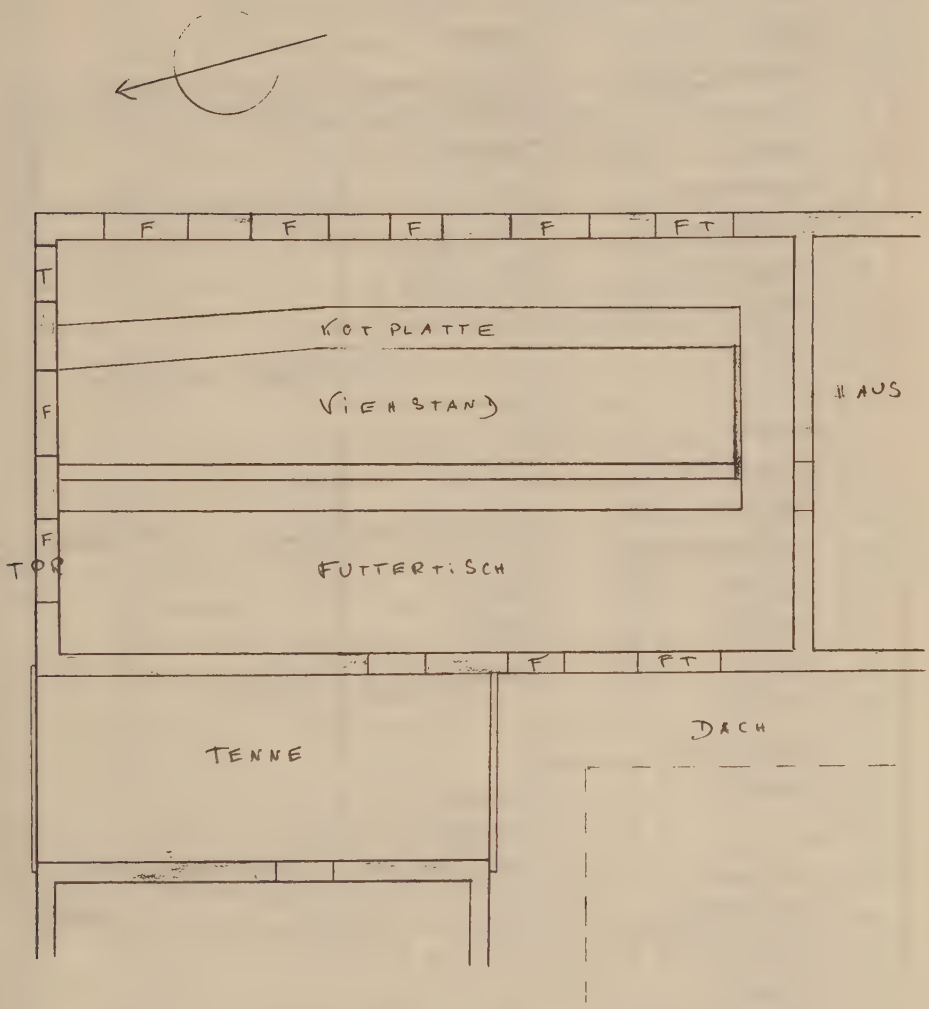
1.	Alter des Stalles	2 J		1965			
2.	Richtung der Hauptfensterfront	W					
3.	Wandart	Ziegel					
4.	Außenwandstärke in cm	40					
5.	Deckenart	Bims					
6.	Bodenart	Dorit					
7.	Bodenfläche in m²	82					
8.	Fensterfläche in m²	4,65					
9.	Zahl der Fenster	7					
10.	Verhältnis Fenster - Bodenfläche	1:17,6					
11.	Rauminhalt in m³	213,2					
12.	Tierart		Rinder 12	Kälber	Schweine	Pferde	
13.	Zahl der GVE	9					
14.	Luftraum pro GVE	23,6					
15.	Zahl der Türen	3					
16.	Art der Belüftungsanlage	ohne X	Zuluftöffnung	Futterluke	Ventilator	Abluftschacht	Fenster X
17.	Decke feucht	nein					
18.	Wand feucht	nein					
19.	Tiere feucht	nein					
20.	Aufstallungsform	lang	mittellang X	kurz			
21.	Stallverhältnisse 1–5		1	2 X	3	4	5
22.	Krankheiten	keine					
23.							
24.			Das Tor zur Scheune ist geöffnet				
	Tag der Messungen	14.1.	Uhrzeit	13,30	Wetter	trüb	
25.	Außentemperatur	AT	+ 3°				
26.	Innentemperatur	IT	13°				
27.	Relat. Außenfeuchtigkeit	AF	95 %				
28.	Relat. Innenfeuchtigkeit	IF	84 %				
29.	Luxwert außen	AL	2 640				
30.	Luxwert innen	IL	7,8				
31.	Luftbewegung m/sec	WIG	0,16				
32.	Abkühlungsgröße	AKG	8,4				
33.	CO_2 in 1 m Höhe	CO_2	0,17				


F
F
F
TF
F
KOT
VIEHSTAND
FUTTERGANG
T
TENNE
SCHEUNE
TF
F
HAUS

22

1.	Alter des Stalles	7 J		1960			
2.	Richtung der Hauptfensterfront	O					
3.	Wandart	Ziegel					
4.	Außenwandstärke in cm	50					
5.	Deckenart	Ziegel - HB					
6.	Bodenart	Steinit					
7.	Bodenfläche in m²	105					
8.	Fensterfläche in m²	9,35					
9.	Zahl der Fenster	9					
10.	Verhältnis Fenster - Bodenfläche	1:11,2					
11.	Rauminhalt in m³	273					
12.	Tierart		Rinder 10	Kälber 3	Schweine	Pferde	
13.	Zahl der GVE	11					
14.	Luftraum pro GVE	24,8					
15.	Zahl der Türen	4					
16.	Art der Belüftungsanlage	ohne X	Zuluftöffnung	Futterluke	Ventilator	Abluftschacht	Fenster X
17.	Decke feucht	nein					
18.	Wand feucht	nein					
19.	Tiere feucht	nein					
20.	Aufstallungsform	lang	mittellang X	kurz			
21.	Stallverhältnisse 1–5		1	2 x	3	4	5
22.	Krankheiten	keine					
23.		Das Tor zur Tenne und die Fenster nach					
24.		Westen sind ständig geöffnet					

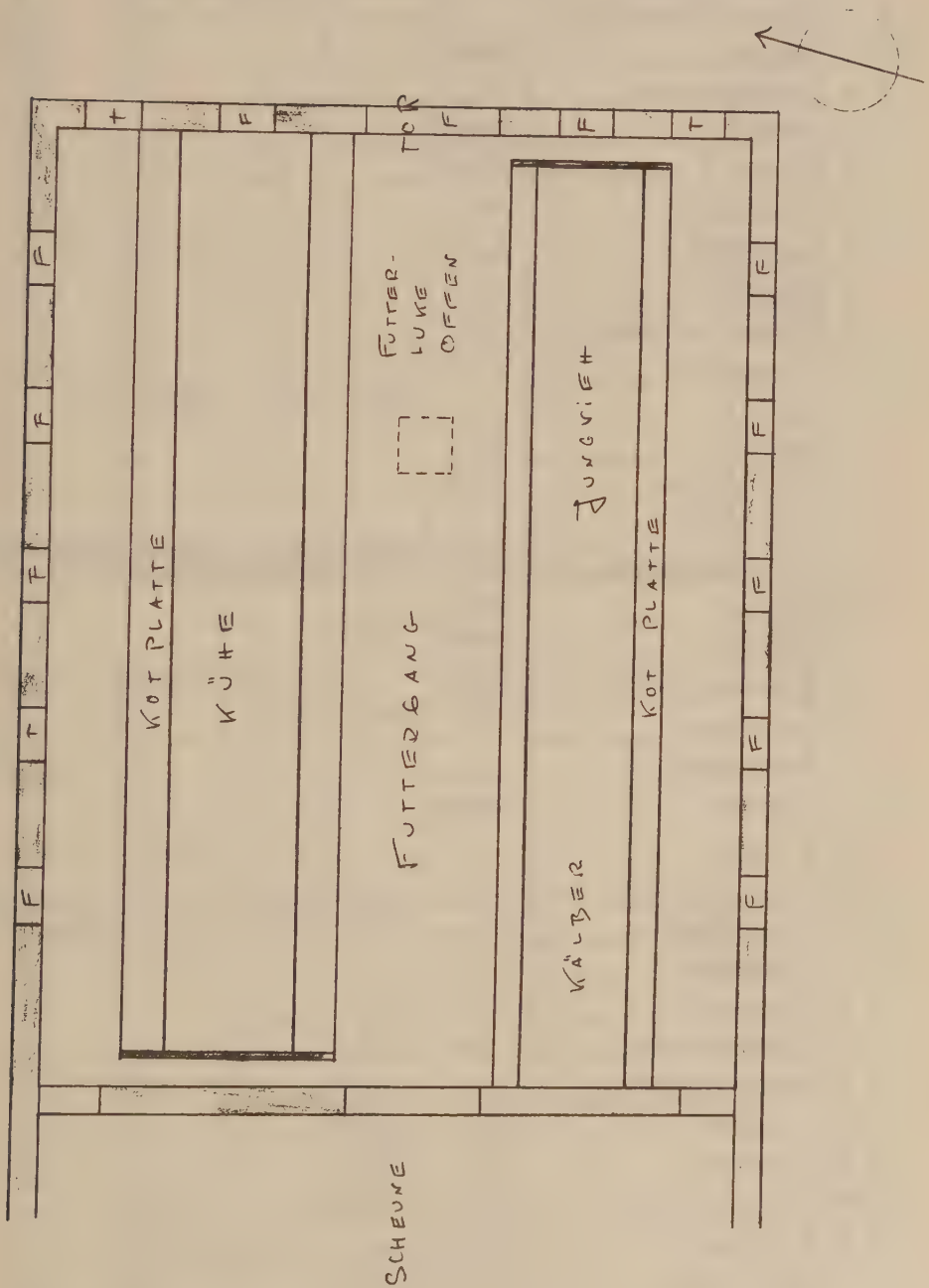
	Tag der Messungen	14.1.	Uhrzeit	15⁰⁰	Wetter	trüb	
25.	Außentemperatur	AT	+ 3°				
26.	Innentemperatur	IT	14°				
27.	Relat. Außenfeuchtigkeit	AF	95 %				
28.	Relat. Innenfeuchtigkeit	IF	78 %				
29.	Luxwert außen	AL	2 880				
30.	Luxwert innen	IL	7,2				
31.	Luftbewegung m/sec	WIG	0,14				
32.	Abkühlungsgröße	AKG	7,9				
33.	CO_2 in 1 m Höhe	CO_2	0,19				


F
F
F
F
FT
T
KOT PLATTE
VIEHSTAND
HAUS
F
F
TOR
FUTTERTISCH
F
FT
TENNE
DACH

28

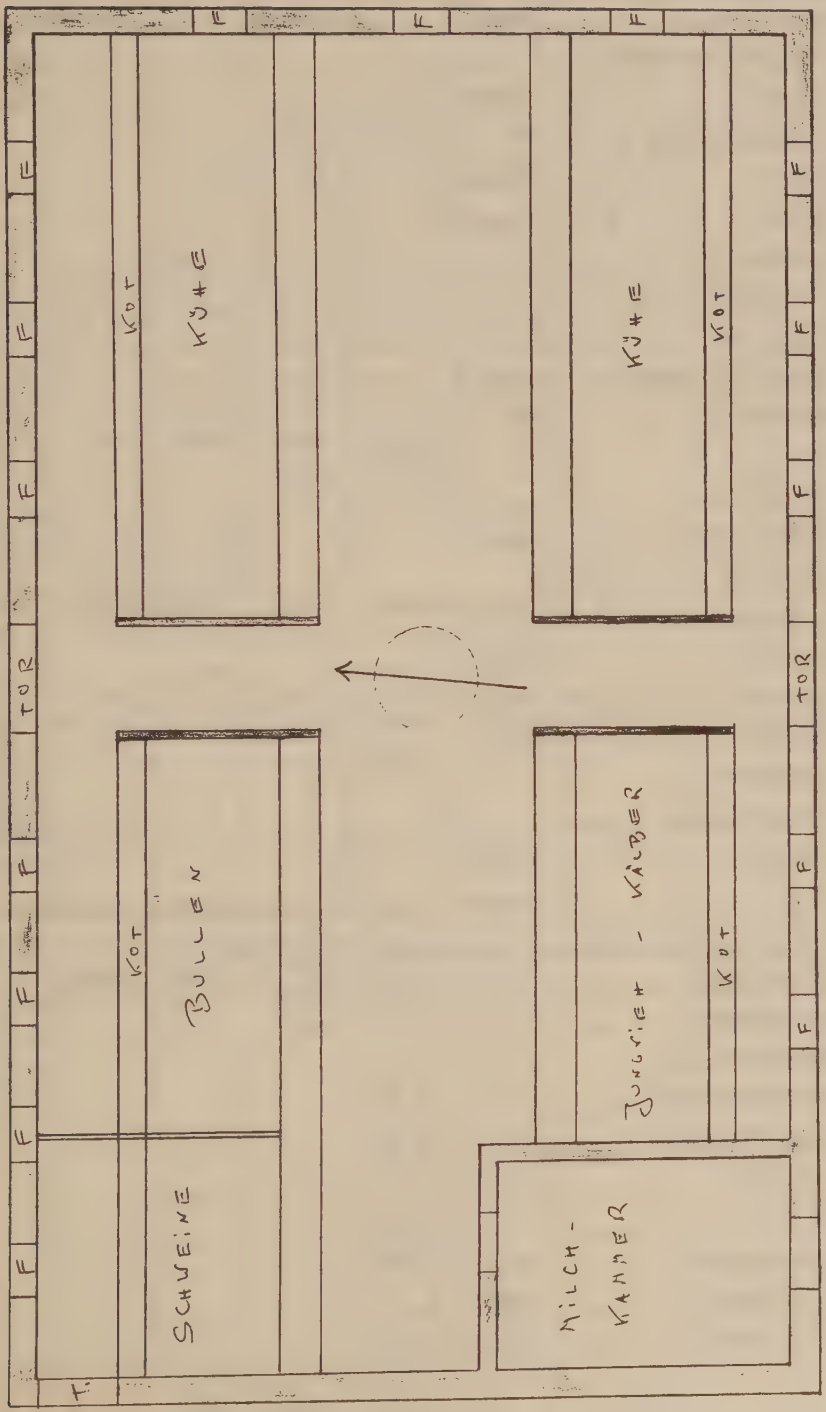
1.	Alter des Stalles	3 J		1964			
2.	Richtung der Hauptfensterfront	S					
3.	Wandart	Ziegel					
4.	Außenwandstärke in cm	40					
5.	Deckenart	Ziegel					
6.	Bodenart	Steinit					
7.	Bodenfläche in m²	234					
8.	Fensterfläche in m²	13					
9.	Zahl der Fenster	12					
10.	Verhältnis Fenster - Bodenfläche	1:18,0					
11.	Rauminhalt in m³	655					
12.	Tierart		Rinder 30	Kälber 9	Schweine	Pferde	
13.	Zahl der GVE	35					
14.	Luftraum pro GVE	17,2					
15.	Zahl der Türen	4					
16.	Art der Belüftungsanlage	ohne	Zuluftöffnung	Futterluke x	Ventilator	Abluftschacht	Fenster x
17.	Decke feucht	nein					
18.	Wand feucht	nein					
19.	Tiere feucht	nein					
20.	Aufstallungsform	lang	mittellang	kurz x			
21.	Stallverhältnisse 1–5		1	2	3 x	4	5
22.	Krankheiten	keine					
23.		Luftaustausch d. das zur Scheune ständig					
24.		geöffnete Tor u. durch große Futterluke					

	Tag der Messungen	5.2.	Uhrzeit	14^{00}	Wetter	bewölkt
25.	Außentemperatur	AT	$+ 8^{0}$			
26.	Innentemperatur	IT	11^{0}			
27.	Relat. Außenfeuchtigkeit	AF	60 %			
28.	Relat. Innenfeuchtigkeit	IF	85 %			
29.	Luxwert außen	AL	3 720			
30.	Luxwert innen	IL	22,8			
31.	Luftbewegung m/sec	WIG	0,130			
32.	Abkühlungsgröße	AKG	8,8			
33.	CO_2 in 1 m Höhe	CO_2	0,14			


TOR
FUTTER-
LUKE
OFFEN
KOT PLATTE
KÜHE
FUTTERGANG
JUNGVIEH
KÄLBER
KOT PLATTE
SCHEUNE

57

1.	Alter des Stalles	53		1914			
2.	Richtung der Hauptfensterfront	N					
3.	Wandart	Ziegel					
4.	Außenwandstärke in cm	60					
5.	Deckenart	Ziegel					
6.	Bodenart	Ziegel					
7.	Bodenfläche in m²	426					
8.	Fensterfläche in m²	8,1					
9.	Zahl der Fenster	15					
10.	Verhältnis Fenster - Bodenfläche	1:52,6					
11.	Rauminhalt in m³	1 257					
12.	Tierart		Rinder 29	Kälber 5	Schweine 18	Pferde	
13.	Zahl der GVE	36					
14.	Luftraum pro GVE	33,4					
15.	Zahl der Türen	3					
16.	Art der Belüftungsanlage	ohne ca. 250	Zuluftöffnung Zuluftöffnungen	Futterluke	Ventilator i.d.	Abluftschacht Decke	Fenster x
17.	Decke feucht	nein					
18.	Wand feucht	nein					
19.	Tiere feucht	nein					
20.	Aufstallungsform	lang x	mittellang	kurz			
21.	Stallverhältnisse 1–5		1 x	2	3	4	5
22.	Krankheiten	keine					
23.							
24.							
	Tag der Messungen	27.1.	Uhrzeit	11,30	Wetter	trüb	
25.	Außentemperatur	AT	+ 5°				
26.	Innentemperatur	IT	12°				
27.	Relat. Außenfeuchtigkeit	AF	90 %				
28.	Relat. Innenfeuchtigkeit	IF	85 %				
29.	Luxwert außen	AL	1 920				
30.	Luxwert innen	IL	3,6				
31.	Luftbewegung m/sec	WIG	0,265				
32.	Abkühlungsgröße	AKG	9,9				
33.	CO_2 in 1 m Höhe	CO_2	0,10				


F
KOT
KÜHE
TOR
BULLEN
SCHWEINE
JUNGVIEH - KÄLBER
MILCH-
KAMMER

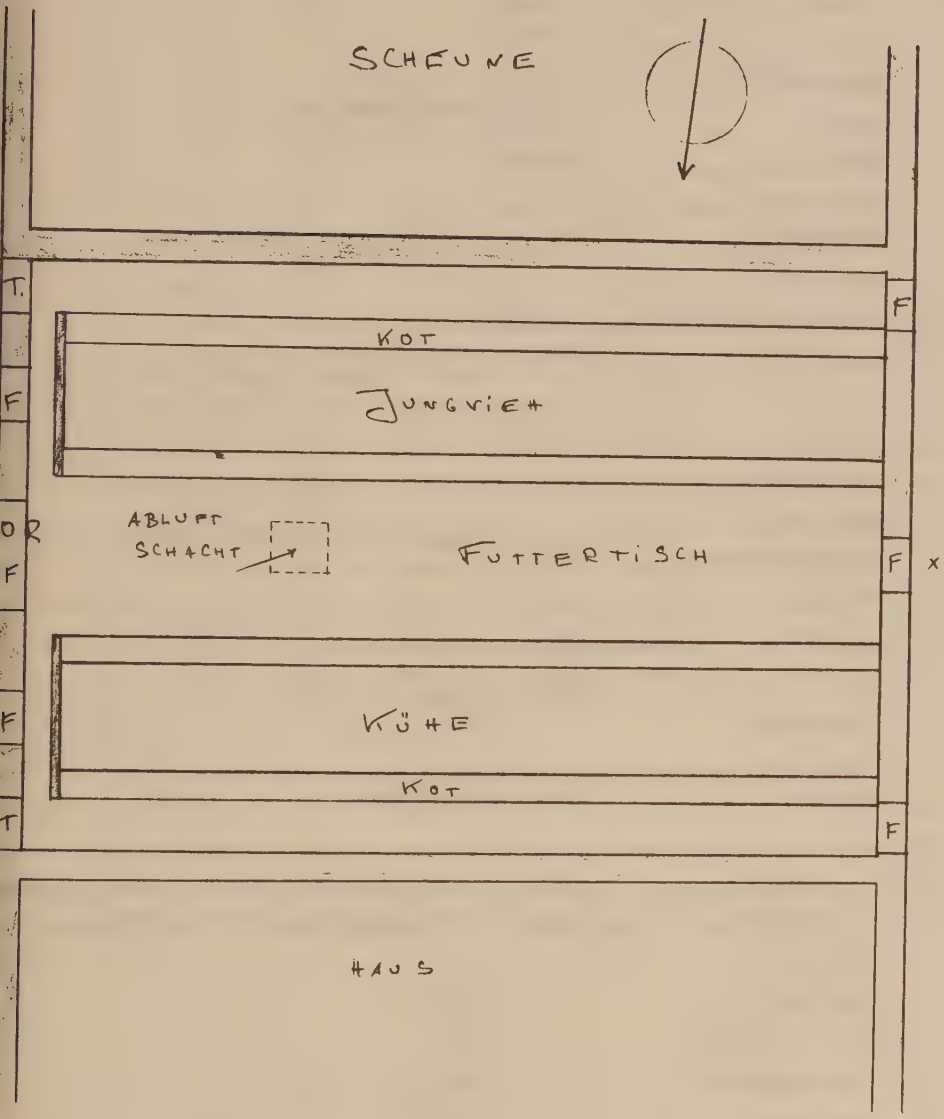
60

1.	Alter des Stalles	70 J		1897			
2.	Richtung der Hauptfensterfront	W					
3.	Wandart	Ziegel					
4.	Außenwandstärke in cm	60					
5.	Deckenart	Ziegel					
6.	Bodenart	Ziegel					
7.	Bodenfläche in m²	176					
8.	Fensterfläche in m²	5,6					
9.	Zahl der Fenster	6					
10.	Verhältnis Fenster - Bodenfläche	1:31,5					
11.	Rauminhalt in m³	466					
12.	Tierart		Rinder 29	Kälber	Schweine	Pferde	
13.	Zahl der GVE	29					
14.	Luftraum pro GVE	14,6					
15.	Zahl der Türen	3					
16.	Art der Belüftungsanlage	ohne	Zuluftöffnung	Futterluke	Ventilator	Abluftschacht x	Fenster x
17.	Decke feucht	nein					
18.	Wand feucht	nein					
19.	Tiere feucht	nein					
20.	Aufstallungsform	lang x	mittellang	kurz			
21.	Stallverhältnisse 1–5		1	2	3 x	4	5
22.	Krankheiten	keine					
23.		Fenster und Tor sind ständig geöffnet					
24.							

	Tag der Messungen	30.1.	Uhrzeit	16^{00}	Wetter	sonnig
25.	Außentemperatur	AT	+ 10^{0}			
26.	Innentemperatur	IT	13^{0}			
27.	Relat. Außenfeuchtigkeit	AF	61 %			
28.	Relat. Innenfeuchtigkeit	IF	70 %			
29.	Luxwert außen	AL	2 100			
30.	Luxwert innen	IL	15,6			
31.	Luftbewegung m/sec	WIG	0,156			
32.	Abkühlungsgröße	AKG	8,4			
33.	CO_2 in 1 m Höhe	CO_2	0,12			

60

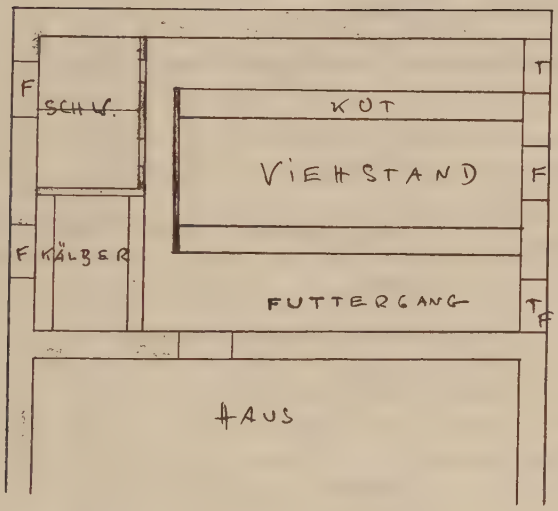
Altbau


SCHEUNE
KOT
JUNGVIEH
ABLUFT
SCHACHT
FUTTERTISCH
KÜHE
KOT
HAUS
F
T
R
x

61

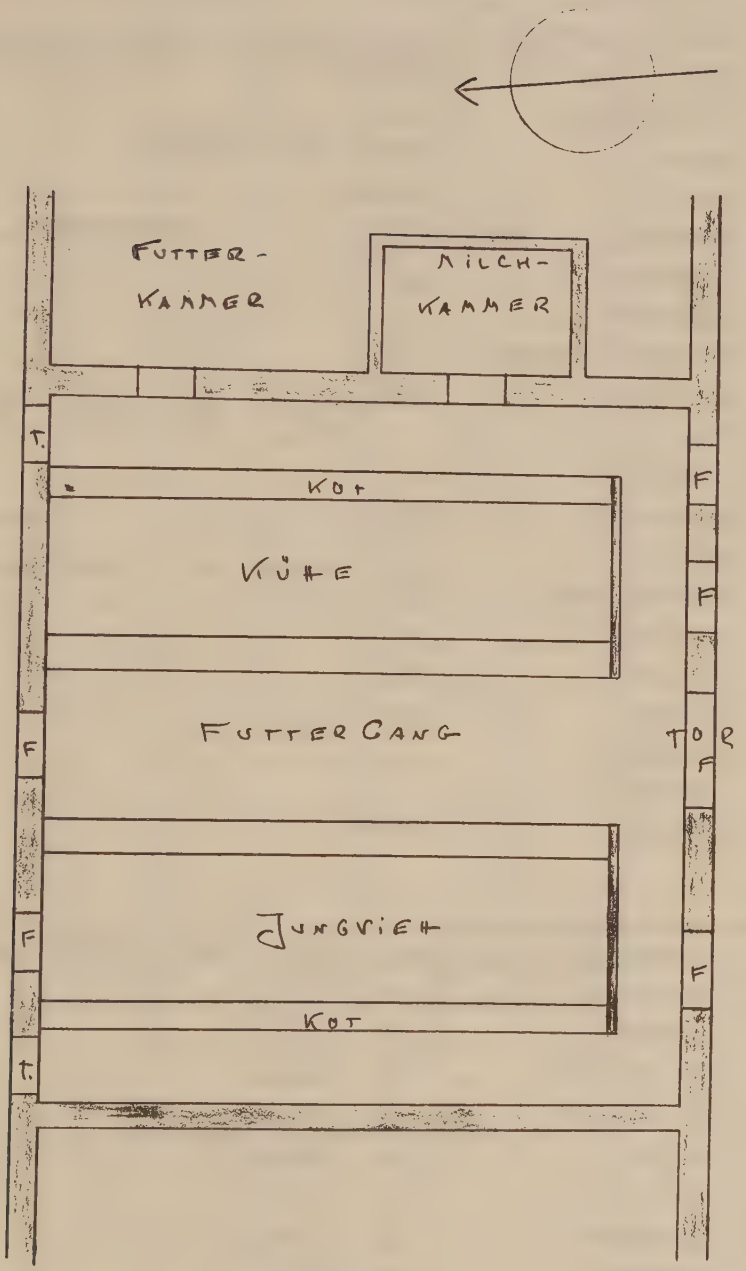
1.	Alter des Stalles	87 J		1880			
2.	Richtung der Hauptfensterfront	S					
3.	Wandart	Ziegel					
4.	Außenwandstärke in cm	50					
5.	Deckenart	Ziegel	Böhm.	Gewölbe			
6.	Bodenart	Ziegel					
7.	Bodenfläche in m²	49,5					
8.	Fensterfläche in m²	1,4					
9.	Zahl der Fenster	4					
10.	Verhältnis Fenster - Bodenfläche	1:35,4					
11.	Rauminhalt in m³	109					
12.	Tierart		Rinder 6	Kälber 3	Schweine 2	Pferde	
13.	Zahl der GVE	7,5					
14.	Luftraum pro GVE	13					
15.	Zahl der Türen	2					
16.	Art der Belüftungsanlage	ohne X	Zuluftöffnung	Futterluke	Ventilator	Abluftschacht	Fenster X
17.	Decke feucht	ja					
18.	Wand feucht	ja					
19.	Tiere feucht	ja					
20.	Aufstallungsform	lang	mittellang X	kurz			
21.	Stallverhältnisse 1–5		1	2	3	4	5 X
22.	Krankheiten	Euterentzündungen					
23.							
24.							

	Tag der Messungen	3.2.	Uhrzeit	13,30	Wetter	trüb	
25.	Außentemperatur	AT	+ 9°				
26.	Innentemperatur	IT	15°				
27.	Relat. Außenfeuchtigkeit	AF	82 %				
28.	Relat. Innenfeuchtigkeit	IF	96 %				
29.	Luxwert außen	AL	2 180				
30.	Luxwert innen	IL	4,2				
31.	Luftbewegung m/sec	WIG	0,042				
32.	Abkühlungsgröße	AKG	6,0				
33.	CO_2 in 1 m Höhe	CO_2	0,31				


F
SCHW.
KOT
VIEHSTAND
T
F
F KÄLBER
FUTTERGANG
T
F
HAUS

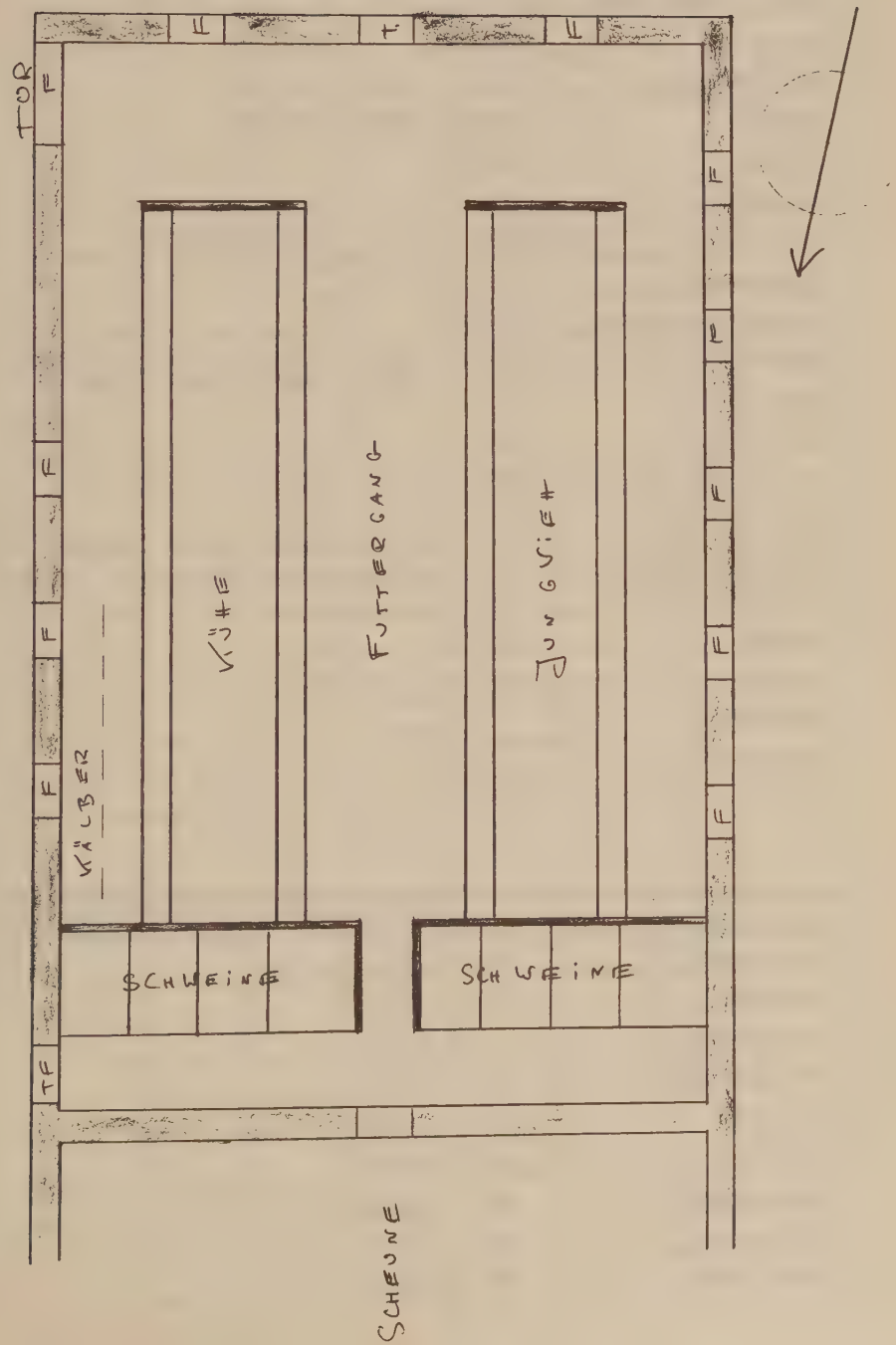
67

1.	Alter des Stalles	80 J		1887			
2.	Richtung der Hauptfensterfront	SN					
3.	Wandart	Ziegel					
4.	Außenwandstärke in cm	50					
5.	Deckenart	Ziegel	Böhm. Gewölbe				
6.	Bodenart	Ziegel					
7.	Bodenfläche in m²	156					
8.	Fensterfläche in m²	3,24					
9.	Zahl der Fenster	6					
10.	Verhältnis Fenster - Bodenfläche	1:48,1					
11.	Rauminhalt in m³	382					
12.	Tierart		Rinder 20	Kälber	Schweine	Pferde	
13.	Zahl der GVE	23					
14.	Luftraum pro GVE	14,9					
15.	Zahl der Türen	3					
16.	Art der Belüftungsanlage	ohne x	Zuluftöffnung	Futterluke	Ventilator	Abluftschacht	Fenste x
17.	Decke feucht	nein					
18.	Wand feucht	nein					
19.	Tiere feucht	nein					
20.	Aufstallungsform	lang	mittellang x	kurz			
21.	Stallverhältnisse 1–5		1	2 x	3	4	5
22.	Krankheiten	keine					
23.							
24.							
	Tag der Messungen	30.1.	Uhrzeit	13,45	Wetter	sonnig	
25.	Außentemperatur	AT	+ 11°				
26.	Innentemperatur	IT	13°				
27.	Relat. Außenfeuchtigkeit	AF	56 %				
28.	Relat. Innenfeuchtigkeit	IF	78 %				
29.	Luxwert außen	AL	3 000				
30.	Luxwert innen	IL	22,8				
31.	Luftbewegung m/sec	WIG	0,104				
32.	Abkühlungsgröße	AKG	7,7				
33.	CO_2 in 1 m Höhe	CO_2	0,16				


FUTTER-
KAMMER
MILCH-
KAMMER
T.
KOT
KÜHE
FUTTERGANG
TOR
F
F
F
F
F
F
JUNGVIEH
KOT
T.

70

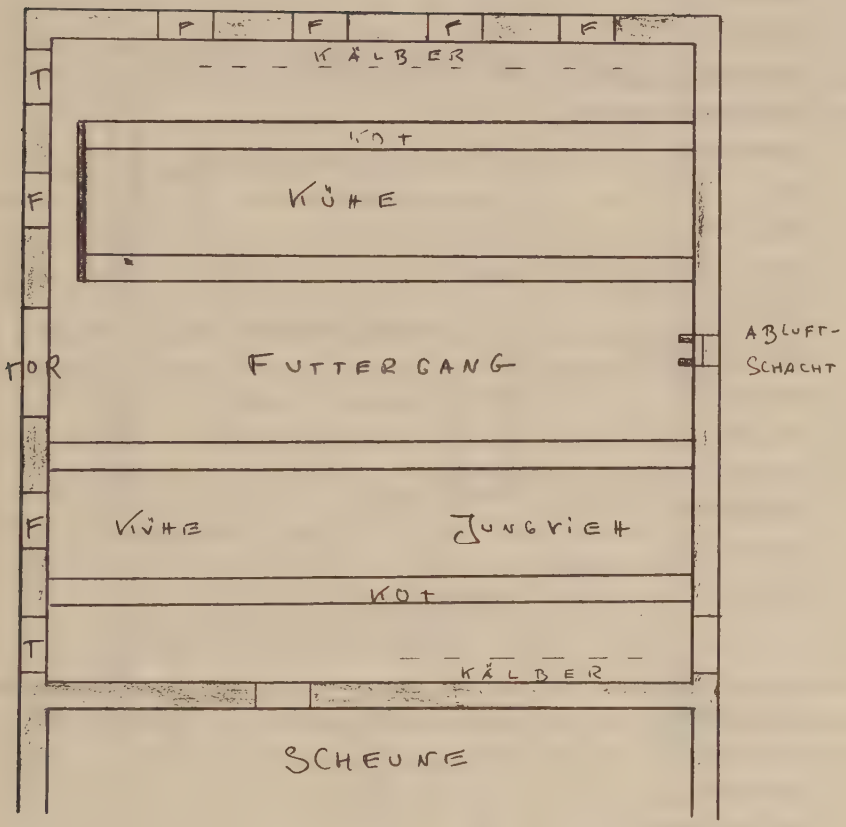
1.	Alter des Stalles	45 J		1922				
2.	Richtung der Hauptfensterfront	WO						
3.	Wandart	Ziegel						
4.	Außenwandstärke in cm	56						
5.	Deckenart	Ziegel Böhm. Gewölbe						
6.	Bodenart	Klinker						
7.	Bodenfläche in m²	240						
8.	Fensterfläche in m²	8,0						
9.	Zahl der Fenster	12						
10.	Verhältnis Fenster - Bodenfläche	1:30						
11.	Rauminhalt in m³	696						
12.	Tierart		Rinder 21	Kälber 7	Schweine 16	Pferde		
13.	Zahl der GVE	25						
14.	Luftraum pro GVE	26,3						
15.	Zahl der Türen	3						
16.	Art der Belüftungsanlage	ohne X	Zuluftöffnung	Futterluke	Ventilator	Abluftschacht	Fenster	
17.	Decke feucht	ja						
18.	Wand feucht	ja						
19.	Tiere feucht	nein						
20.	Aufstallungsform	lang X	mittellang	kurz				
21.	Stallverhältnisse 1–5		1	2	3 X	4	5	
22.	Krankheiten	Kälber						
23.								
24.								
	Tag der Messungen	28.1.	Uhrzeit	13,15	Wetter	sonnig		
25.	Außentemperatur	AT	+ 9°					
26.	Innentemperatur	IT	17°					
27.	Relat. Außenfeuchtigkeit	AF	78 %					
28.	Relat. Innenfeuchtigkeit	IF	97 %					
29.	Luxwert außen	AL	3 060					
30.	Luxwert innen	IL	31,9					
31.	Luftbewegung m/sec	WIG	0,081					
32.	Abkühlungsgröße	AKG	6,1					
33.	CO_2 in 1 m Höhe	CO_2	0,40					


TOR
F
T
KÜHE
FUTTERGANG
JUNGVIEH
KÄLBER
SCHWEINE
SCHWEINE
TF
SCHEUNE

86

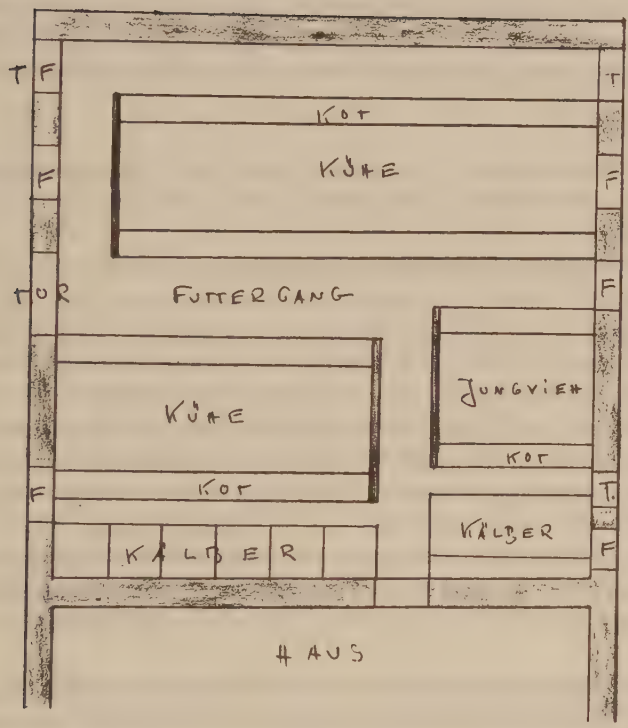
1.	Alter des Stalles	43 J		1924			
2.	Richtung der Hauptfensterfront	W					
3.	Wandart	Ziegel					
4.	Außenwandstärke in cm	60					
5.	Deckenart	Ziegel	Böhm.	Gewölbe			
6.	Bodenart	Ziegel					
7.	Bodenfläche in m²	144					
8.	Fensterfläche in m²	3,4					
9.	Zahl der Fenster	7					
10.	Verhältnis Fenster - Bodenfläche	1:42,0					
11.	Rauminhalt in m³	353					
12.	Tierart		Rinder 25	Kälber 2	Schweine	Pferde	
13.	Zahl der GVE	29					
14.	Luftraum pro GVE	10,7					
15.	Zahl der Türen	3					
16.	Art der Belüftungsanlage	ohne	Zuluftöffnung X	Futterluke	Ventilator	Abluftschacht X	Fenster X
17.	Decke feucht	ja					
18.	Wand feucht	ja					
19.	Tiere feucht	ja					
20.	Aufstallungsform	lang	mittellang X	kurz			
21.	Stallverhältnisse 1–5		1	2	3	4 X	5
22.	Krankheiten	Kälber					
23.							
24.							

	Tag der Messungen	3.2.	Uhrzeit	12^{00}	Wetter	trüb	
25.	Außentemperatur	AT	$+ 9^{0}$				
26.	Innentemperatur	IT	18^{0}				
27.	Relat. Außenfeuchtigkeit	AF	87 %				
28.	Relat. Innenfeuchtigkeit	IF	98 %				
29.	Luxwert außen	AL	4 560				
30.	Luxwert innen	IL	4,0				
31.	Luftbewegung m/sec	WIG	0,238				
32.	Abkühlungsgröße	AKG	7,3				
33.	CO_2 in 1 m Höhe	CO_2	0,33				


F
F
F
F
KÄLBER
T
KOT
F
KÜHE
TOR
FUTTERGANG
ABLUFT-
SCHACHT
F
KÜHE
JUNGVIEH
KOT
T
KÄLBER
SCHEUNE

91

1.	Alter des Stalles	33 J		1934			
2.	Richtung der Hauptfensterfront	S					
3.	Wandart	Ziegel					
4.	Außenwandstärke in cm	45					
5.	Deckenart	Ziegel					
6.	Bodenart	Ziegel					
7.	Bodenfläche in m²	100					
8.	Fensterfläche in m²	3,8					
9.	Zahl der Fenster	6					
10.	Verhältnis Fenster - Bodenfläche	1:26,3					
11.	Rauminhalt in m³	240					
12.	Tierart		Rinder 20	Kälber 5	Schweine	Pferde	
13.	Zahl der GVE	23					
14.	Luftraum pro GVE	8,9					
15.	Zahl der Türen	4					
16.	Art der Belüftungsanlage	ohne X	Zuluftöffnung	Futterluke	Ventilator	Abluftschacht	Fenster X
17.	Decke feucht	ja					
18.	Wand feucht	ja					
19.	Tiere feucht	nein					
20.	Aufstallungsform	lang	mittellang X	kurz			
21.	Stallverhältnisse 1–5		1	2	3 X	4	5
22.	Krankheiten	keine					
23.							
24.							
	Tag der Messungen	13.2.	Uhrzeit	14⁰⁰	Wetter	sonnig	
25.	Außentemperatur	AT	- 1°				
26.	Innentemperatur	IT	15°				
27.	Relat. Außenfeuchtigkeit	AF	52 %				
28.	Relat. Innenfeuchtigkeit	IF	94 %				
29.	Luxwert außen	AL	5 000				
30.	Luxwert innen	IL	54				
31.	Luftbewegung m/sec	WIG	0,073				
32.	Abkühlungsgröße	AKG	6,6				
33.	CO_2 in 1 m Höhe	CO_2	0,48				


T
F
F
TOR
F
F
T
F
F
T
F
KOT
KÜHE
FUTTERGANG
KÜHE
KOT
JUNGVIEH
KOT
KÄLBER
KÄLBER
HAUS

D. BESPRECHUNG DER ERGEBNISSE

Die von mir ermittelten bautechnischen Werte zeigen, daß neuere Erkenntnisse im landwirtschaftlichen Baugeschehen mehr und mehr Beachtung finden. Voll befriedigen können die Verhältnisse aber auch heute noch nicht. Dies geht aus den Ergebnissen meiner Untersuchungen hervor.

Auf eine zur Himmelsrichtung günstige Lage wird größerer Wert als früher gelegt. Das Vieh hat in den Ställen mehr Platz, mehr Licht und mehr Luft. Hellere Ställe sind sauberer, erleichtern die Arbeit und heben die Qualität der in ihnen erzeugten Produkte.

96% der Altbauten und 58% der neuen Ställe haben ein ungünstigeres Verhältnis von Fensterfläche zur Bodenfläche als 1 : 20.

In 68% der Altbauten und 58% der Neubauten ermittelte ich Lichtwerte unter 20 Lux.

Wenn auch diese gefundenen Lichtwerte keineswegs zufriedenstellend sind, so sind sie zum Teil auf die trübe Witterung zurückzuführen. Die Helligkeit im Stall ist weitgehend von der Außenhelligkeit abhängig und kann nur bei Berücksichtigung der Außenwerte beurteilt werden. Die Lichtausbeute beeinflussen weiterhin zahlreiche Faktoren wie Sonnenstand, Helligkeit des Innenverputzes, Form, Verteilung und Verschmutzungsgrad der Fenster, sowie die Aufstallungsform der Tiere. Eine schematische Beurteilung der Stallhelligkeit, ausgedrückt in Luxwerten, und ein Vergleich mit den Untersuchungsergebnissen anderer Autoren ist somit problematisch.

In den Neubauten entspricht die Art und Stärke der Stallwände den Forderungen des Wärmeschutzes selbst noch da, wo die Fensterfläche mit ihrem geringeren Wärmedämmwert größer gehalten ist. Beachtung finden sollte, daß bei Bimshohlblock- und Bimswänden besonders günstige Innenfeuchtigkeitswerte festzustellen waren.

Holzdecken wurden in den letzten Jahren nicht mehr gebaut. Deckenkonstruktionen mit Bims- und Ziegelhohlblocksteinen kommen immer mehr zur Anwendung. Eine gleichmäßige Lagerung von Heu und Stroh über der

Decke steigert noch den Wärmedämmwert; Kondenswasserbildung an solchen Decken ist nicht material- sondern lüftungsbedingt.

Es fiel auf, daß sämtliche Massivbeton- und Betonhohlblockdecken starke Schwitzwasserbildung zeigten.

Die Tatsache, daß über die Isolierung des Stallbodens nur ungenügende Auskünfte gegeben werden konnten, nie aber von einer Schlackenschicht oder einer anderen, gegen Bodenfeuchte und Bodenkälte schützenden Isolierschicht des Unterbaues gesprochen wurde, beweist, daß diesem Punkt beim Stallbau noch zu wenig Beachtung geschenkt wird. Auch dürfte die nicht immer sorgfältige, teilweise feuchtigkeitsdurchlässige Verfugung von Ziegeln und Bodenplatten Grund zur Beanstandung geben.

Besonders bei den Standplätzen der Bullen war das Gefälle zu gering und ein rascher Flüssigkeitsablauf dadurch behindert.

Von der arbeitstechnisch ungünstigen und unhygienischen Form des Langstandes wird bei Neubauten fast immer Abstand genommen. Stallungen mit Langstand ergaben auch stets eine schlechtere Beurteilung der allgemeinen Sauberkeit.

Die durchschnittliche Belegung der Ställe steigt, erfreulicherweise wird die dem Tier zur Verfügung stehende Bodenfläche auch größer, 7,1 qm Standfläche bei Altbauten stehen 8,4 qm bei Neubauten gegenüber.

Die durchschnittliche Kubatur der Stallneubauten wuchs ebenfalls. Haben die Altbauten noch einen Luftraum von 309 cbm, so sind es bei den Neubauten 459 cbm.

Einem Luftraum von 16,3 cbm pro GVE bei Altbauten stehen 22,1 cbm bei Neubauten gegenüber.

76% der alten Ställe sind zu klein, aber auch bei 40% der neuen Ställe wird die Forderung nach mindestens 20 cbm pro GVE nicht erfüllt.

Bei einem Vergleich zwischen Ställen mit normalem Besatz und überbelegten Ställen konnte die Abhängigkeit der einzelnen Klimakomponenten von dem den Tieren zur Verfügung stehenden Luftraum dargelegt werden. Ein überbelegter Stall hat in jedem Fall ein ungesundes Stallklima zur Folge.

Eine Herausnahme der Schweine oder Jungtiere könnte hier Abhilfe schaffen. Bei gutem Willen wäre es auch fast immer möglich, einen Raum für die Schweine oder einen Platz für einen kleinen Jungtierlaufstall, der auch niedrigere Temperaturen haben könnte, zu finden.

Die relativ günstigen Durchschnittswerte meiner Temperaturmessungen in den neuen Ställen dürfen nicht zu dem Fehlschluß führen, daß hier alles in Ordnung ist. Einerseits beeinflußte die verhältnismäßig milde Witterung während des Untersuchungszeitraumes diese Werte, andererseits waren oft Fenster und Türen geöffnet und es konnte so ein Temperaturausgleich mit der Außenluft stattfinden. Trotzdem zeigten noch 42% der Neubauten (gegenüber 34% der Altbauten!) zu hohe Stalltemperaturen.

Hohe Stalltemperaturen weisen auf hohen Feuchtegehalt und hohe CO_2-Werte hin.

Denkbar ungünstige Ergebnisse fand ich bei der Messung der Luftfeuchtigkeit in den Ställen. Werte von höchstens 80%, die allgemein gefordert werden, wurden fast immer überschritten. Es muß zwar der höhere Feuchtigkeitsgehalt der winterlichen Außenluft in Rechnung gestellt werden, doch beweisen gerade die Ställe mit besseren Innenwerten, daß durch eine Lüftungsanlage auch bei extremen Außenfeuchtewerten eine erhebliche Verbesserung geschaffen werden kann.

Der durchschnittliche CO_2-Gehalt von 0,23% bei Altbauten und 0,20% bei Neubauten liegt bei meinen Untersuchungen niedriger als bei denen anderer Autoren. Eine Erklärung dafür sehe ich einmal in der Verwendung der genaueren Prüfröhrchen "0,01 Vol % a" mit ihrer größeren Ablesegenauigkeit. Bei den bisher verwendeten Prüfröhrchen "0,1 Vol % a" war die Farbumschlagstelle ziemlich breit und erstreckte sich damit über mehrere Zahlenwerte. Beim Ablesen wurde dabei die obere Grenze als Wert herangezogen und demzufolge ein höheres Ergebnis erzielt. Zum anderen war ich durch die abgewandelte Technik meiner Messungen, die ich bereits beschrieb, nicht bemüht, Höchstwerte zu finden, sondern einen objektiven Mittelwert.

Es fiel mir auf, daß Ställe mit hohen CO_2-Werten eine besonders hohe Luftfeuchtigkeit und eine geringe Luftgeschwindigkeit aufwiesen. Wenn erhöhter CO_2-Gehalt für die Tiere selbst auch nicht gesundheitsschädigend ist, so ist er ein zuverlässigerer Indikator für die Güte des Stallklimas als der Feuchtigkeitsgehalt.

Temperatur und Luftfeuchtigkeit, deren Messung in der Praxis einfacher ist, können durch die wechselnden Verhältnisse des Außenklimas erheblichen Schwankungen unterworfen sein. Der CO_2-Gehalt der Stalluft jedoch wird weitgehendst nur durch die Lüftungsintensität beeinflußt.

Bei der Auswertung der ermittelten Meßergebnisse zeigte sich, daß zwischen den einzelnen stallklimatischen Faktoren Beziehungen zu erkennen sind. Die Messungen haben weiter deutlich ergeben, daß ein Extremwert gewöhnlich mit anderen von der Norm abweichenden Werten gekoppelt ist.

Die Belüftung ist das Kernproblem jeder Stallklimatisierung, sie bestimmt die einzelnen Faktoren dieses Klimas wesentlich.

Mit Kippfenstern allein läßt sich das Problem der Stallbelüftung, besonders im Winter, nicht lösen. Wenn 90% der Altbauten, aber auch 66% der Neubauten meiner Untersuchungen keinerlei Lüftungsanlagen haben, wenn vorhandene Einrichtungen oft vollkommen unsachgemäß installiert sind und dann ihre Aufgabe nicht erfüllen, so ist dies ein Beweis dafür, daß Landwirt wie Baufachmann sich über die Wichtigkeit dieses Faktors nicht im klaren sind. Nur eine gründliche und planmäßige Beratung kann hier Abhilfe schaffen.

E. SCHLUSSBETRACHTUNG

Mit meinen Untersuchungen habe ich dargelegt, daß nur ein geringer Teil unserer Ställe den Anforderungen der Tierhygiene nach Licht, Luft, Trockenheit und ausreichendem Raum genügt.

Die Tatsache, daß Gesundheit und Leistung der Tiere weitgehendst von deren Haltung und Unterbringung abhängen und daß nur ein klimatisch und hygienisch einwandfreier Stall Gewähr für eine wirtschaftliche Tierhaltung bietet, wird oft nur zögernd erkannt; daß nicht einige geöffnete Fenster, sondern nur ein richtig funktionierendes Be- und Entlüftungssystem ein wirklich gesundes Stallklima schaffen kann, ist für manchen Landwirt nur die ungläubig behandelte Ansicht von Theoretikern.

Gerade in der heutigen Zeit sollte es eine vordringliche Aufgabe sein, die neuesten Erkenntnisse der bioklimatischen Forschung unseren Tierhaltern durch Aufklärung und Beratung zu vermitteln. Durch seine Tätigkeit, sein Wissen und sein Vertrauensverhältnis zum Bauern ist in erster Linie der Tierarzt für diese Aufgabe geeignet.

Ein voller Erfolg könnte aber nur erreicht werden, wenn sich Landwirtschaft und Tierärzteschaft, die landwirtschaftliche Presse, der Landfunk, landwirtschaftliche Organisationen und staatliche Dienststellen in einer gemeinsamen und gelenkten Aktion an dieser Aufklärung beteiligen und auch das ländliche Bauhandwerk mit einbezogen wird.

Örtliche Bauunternehmer, deren Haupttätigkeitsfeld der Wohnungsbau ist, sind mit den Forderungen der Tierhygiene bezüglich des Stallklimas nicht oder nur wenig vertraut. Sie sind zwar bemüht, einen "schönen" Stall zu erstellen, berücksichtigen aber nur selten die Belange seiner Bewohner.

Anlaß zu Bedenken geben sollte die Tatsache, daß die mit Hilfe verbilligter Baukredite aus Mitteln des "Grünen Planes" erbauten oder umgebauten Ställe zum großen Teil in stallklimatischer Hinsicht nicht befriedigen. Wie meine Befragungen ergaben, erfolgte bei diesen Ställen nur in einem Teil aller Fälle eine Bauberatung durch staatliche Stellen.

Wenn der Staat schon durch öffentliche Mittel das Bauen auf dem Lande fördert, so sollte er dem Steuerzahler wie dem Landwirt gegenüber die Verantwortung dafür tragen, daß diese Gelder sinnvoll angelegt werden.

Eine eingehende Bauberatung bei der Planung durch landwirtschaftliche Dienststellen, eine Genehmigung nur in stallhygienischer Hinsicht einwandfreier Pläne und eine genaue Überwachung der Einhaltung derselben bei der Durchführung des Baues müßte mit der Kreditbewilligung gekoppelt sein. Erst dann würde es nicht mehr vorkommen, daß in diesen mit öffentlicher Hilfe geförderten Ställen u.a. Rinder und Schweine mit ihrem unterschiedlichen Wärmebedarf gemeinsam untergebracht werden, daß Ställe ohne Be- und Entlüftungsanlagen und ohne Milchkammern geplant und gebaut werden.

Die dafür zuständigen staatlichen Stellen wären gut beraten, wenn sie dem Tierhygieniker bei der Stallplanung und beim Stallbau ein Mitspracherecht einräumen würden.

Für einen Großteil der Ställe könnte schon die Installation einer Be- und Entlüftungsanlage schnell eine Sanierung der ungesunden Luft- und Feuchtigkeitsverhältnisse schaffen. Eine staatliche Beihilfe für diesen Zweck, die sich gegenüber den aufgewandten Mitteln für Stallneubauten und vielen anderen Subventionen in sehr bescheidenen Grenzen halten könnte, wäre ein nicht zu unterschätzender Anreiz.

Die Entwicklung bringt es mit sich, daß der Landwirt heute mehr und mehr zum landwirtschaftlichen Unternehmer, zum Fleisch- und Milchproduzenten wird. Gleichzeitig steigen die Ansprüche des Verbrauchers an die hygienische Qualität der tierischen Erzeugnisse. Der Rinderstall ist ein Lebensmittelbetrieb, und wenn die tierärztliche Lebensmittelüberwachung ihrer Aufgabe voll gerecht werden will, so darf sie nicht nur die Verarbeitungsstätten und den Handel kontrollieren, sondern muß die Produktionsstätte, den Stall, mit einbeziehen. So steht es außer Frage, daß neben der Sorge um die Tierhygiene die Stallhygiene eine rein tierärztliche Aufgabe ist.

Es wäre einer ernsthaften Überlegung wert, ob durch laufende Stallkontrollen im Sinne der Lebensmittelüberwachung ein "Stallhygienedienst" geschaffen werden könnte, der vorhandene Mängel erkennt und beanstandet, Verbesserungen vorschlägt und diese auch durchsetzen kann.

Dem Praktiker, dem die örtlichen Verhältnisse der einzelnen Ställe mit ihren Mängeln und den daraus resultierenden Folgen vertraut sind oder auch einem dem Tierbesitzer gegenüber unvoreingenommenen Spezialisten könnte ein dankbares Aufgabengebiet im Bereich der Stallhygiene und damit der präventiven Veterinärmedizin erschlossen werden.

Eine hygienische Analyse im Stall, die Überwachung der hygienischen Verhältnisse und die Beseitigung so mancher durch den Stall und die Umwelt bedingter krankheitsauslösender Faktoren würde beweisen, daß Störungen der Euterfunktion, der Fruchtbarkeit und der Jungtieraufzucht oft nur die Symptome eines kranken Stalles sind.

F. ZUSAMMENFASSUNG

1. In 100 Rinderställen des Landkreises Freising wurden im Winter 1966/67 stallhygienische Untersuchungen durchgeführt.

2. Eine Beschreibung des Untersuchungsgebietes und der landwirtschaftlichen Verhältnisse wurde gegeben.

3. Nach ihrem Alter wurden die Ställe in 2 Gruppen eingeteilt und die Ergebnisse beider Gruppen miteinander verglichen. 50 Ställe waren über 20 Jahre, 50 Ställe unter 20 Jahre alt.

4. Bei 97% aller Ställe bestanden die Umfassungsmauern aus Ziegeln, bei 2 Neubauten waren Bims-Hohlblocksteine, bei einem Stall Bims das Baumaterial.

   Die Wandstärke der Altbauten betrug im Durchschnitt 48,6 cm, die der Neubauten 44,6 cm.

5. Während bei den Altbauten das Deckenmaterial vorwiegend aus massiven Ziegeln bestand, kamen bei 82% der Neubauten moderne, wärmedämmende Deckenkonstruktionen zur Anwendung.

6. Der Bodenbelag bestand bei den Altbauten zu 76% aus Ziegelsteinen; bei 22% waren die Ziegel durch Stallit oder Steinit ersetzt worden. Nur bei 36% der Neubauten wurden noch Ziegel angetroffen.

7. Die durchschnittliche Fensterfläche bei den Altbauten betrug 3,26 qm, bei den Neubauten 8,2 qm.

8. 76% der alten und 40% der neuen Ställe erfüllten nicht die Forderung nach mindestens 20 cbm Luftraum pro GVE.

   Durch einen Vergleich zwischen 2 Stallgruppen wurde demonstriert, daß überbelegte Ställe ein ungesundes Stallklima aufweisen.

9. 34% der Altbauten und 42% der Neubauten hatten zu hohe Stalltemperaturen.

10. 96% der alten Ställe und 86% der neuen Ställe wiesen über 80% relative Luftfeuchtigkeit auf.

11. 54% der Altbauten und 38% der Neubauten hatten einen CO_2-Gehalt über 0,2 Vol %.

    Der CO_2-Gehalt wird als sicherer Indikator der Luftqualität angesehen

12. 48% der alten und 46% der neuen Ställe hatten mit Werten zwischen 0,036 und 1,0 m/sec eine zu geringe Luftbewegung und damit eine unzureichende Belüftung.

13. Bei 36% der alten und 32% der neuen Ställe lag die Abkühlungsgröße unter dem geforderten Wert von 7,0.

14. 90% der alten und 66% der neuen Ställe besaßen keine ordnungsgemäße Be- und Entlüftungsanlage.

    In einem Vergleich wurde dargelegt, daß eine gute Belüftung die Komponenten des Stallklimas positiv beeinflußt.

15. 96% der alten und 58% der neuen Ställe hatten ein ungünstigeres Verhältnis von Fensterfläche zur Bodenfläche als 1 : 20.

16. In 68% der Altbauten und 58% der Neubauten lagen die Lichtwerte unter dem geforderten Wert von 20 Lux.

    Die Helligkeit im Stall ist jedoch von mehreren Faktoren abhängig.

17. Die Notwendigkeit einer besseren Beratung durch staatliche Stellen beim Stallbau wurde betont.

18. Es wurde der Vorschlag gemacht, mit der tierärztlichen Lebensmittelüberwachung einen Stallhygienedienst zu verbinden.

19. Es wurde hervorgehoben, daß die Tier- und Stallhygiene ein wichtiges tierärztliches Aufgabengebiet der Zukunft ist.

F. SUMMARY

1. 100 cowsheds of the rural district of Freising were investigated with regard to their hygiene in the winter 1966/67.

2. A description of the area of investigation and the agricultural conditions has been given.

3. The cattle sheds were divided into two groups according to their age and the obtained results compared with each other. 50 cattle sheds were over 20 years and 50 cattle sheds under 20 years old.

4. In 97% of all cattle sheds the material of the outer walls were bricks, in two new buildings pumice hollow blocks and in one case pumice.

   The average wall thickness of the old structures was 48,6 cm, and that of the new ones 44,6 cm.

5. While in old structures the ceiling material consisted above all of massive bricks, in 82% of the new structures modern heat isolating ceiling constructions were applied.

6. In 76% of the old structures the floor coverings were laid in bricks; in 22% the bricks had been replaced by "Stallit" and "Steinit". Only in 36% of the new structures bricks had been used.

7. The average window surface of the old cattle sheds was 3,26 qm, that of the new ones 8,2 qm.

8. 76% of the old and 40% of the new buildings did not meet the demand for a least 20 cbm air space for one GVE.

   A comparison of the two groups of cattle sheds showed unhealthy climatic conditions in those with a surplus of animals.

9. In 34% of the old buildings and 42% of the new ones the temperatures of the cattle sheds were too high.

10. 96% of the old cattle sheds and 86% of the new ones had a relative air moisture of over 80%.

11. The CO_2-content was over 0,2% by volume in 54% of the old and in

---

GVE = 500 kg

38% of the new structures. The CO_2-content is considered as decisive indicator of the air quality.

12. In 48% of the old and 46% of the new cattle sheds, due to air velocity values between 0,036 and 1,0 m/s, the air flow was too slow, thus producing a poor air change.

13. In 36% of the old cattle sheds and in 32% of the new ones the cooling value was below the required value of 7,0.

14. 90% of the old cattle sheds and 66% of the new ones had no regular air inlet and outlet device.

    A comparison showed the positive influence of a sufficient air change on the components of the cattle shed climate.

15. 96% of the old cattle sheds and 58% of the new ones had a ratio of the window surface to the floor surface more unfavorable than 1 : 20.

16. In 68% of the old structures and in 58% of the new ones the light values were under the required value of 20 lux.

    However, the brightness in the cattle shed depends upon several factors.

17. The necessity of more efficient consulting by the state authorities for the construction of cattle sheds has been emphasised.

18. A hygiene service for cattle sheds in combination with the veterinary food supervision has been proposed.

19. It has been pointed out that the hygiene of animals and cattle sheds is an important field of veterinarian activity for the future.

G. LITERATURVERZEICHNIS

1. Alckens, A. — Landkreis Freising. Herausgegeben vom Landkreis Freising, 1962

2. Amschler, R.J. — Institut für Tierzucht, Fütterungslehre und Alpwirtschaft, Wien, pers. Mitteilung.

3. "Aquasan - S 2" — Bauen auf dem Lande. 15 (1964), 278.

4. Bianca, W. — Reaktionen des Rindes auf Kälte und Wärme. Zchtgskd. 31 (1959), 476-489.

5. Buxtorf, A. — Einführung des Katathermometers in die stallhygienische Meßtechnik. Vet. med. Diss. Zürich (1942).

6. Campbell, K.W. — A new View of the Effect of Temperature on the Milk Production in Dairy Cows. J. Agricult. Sci. 21 (1931), 167-177.

7. Cena und Courvoisier — Untersuchungen über die physikal. Faktoren des Stallklimas unter Berücksichtigung der Abkühlungsgröße. Die Milchwirtschaft. Jg. 5 (1950), 428.

8. Comberg, G. — Fragen und Probleme günstiger Stallklimate für unsere Haustiere. Zchtgskd. 31 (1959), 462-476.

9. Cords-Parchim, W. — Der gesunde Stall - Wärmeschutz und Belüftung der Viehställe. Verlag Bauwelt, Berlin (1943).

10. Dahmen, H. — Lehrbuch der Veterinär-Hygiene. Verlag Paul Parey, Berlin (1944).

11. Deutsch, E. — Untersuchungen über den Einfluß der Bauart der Stallungen und der Führung des Stallbetriebes auf die Beschaffenheit der Stalluft. Vet. med. Diss. Berlin (1928).

12. Dice, J.R. — Der Einfluß der Stalltemperaturen auf die Produktion und den Futterbedarf der Milchkühe. Ref.: Zchtgskd. 15 (1940), 332.

13. Dinkhauser, F. — Der zweckmäßige Rindviehstall. Verlag Paul Parey, Berlin (1953).

14. Ehrenberg, P. und Briese, H. — Zur Frage der Kälteeinwirkung auf den Milchertrag. Zchtgskd. 7 (1932), 214.

15. Färber, A. — Stallhaltung und Stallverhältnisse im Bayerischen Wald. Vet. med. Diss. München (1951).

16. Felix, O. — Der Stall. Hygienische Anforderungen in Bezug auf Luftraum, Licht und Ventilation. Schweiz. Arch. f. Tierz. 55 (1913), 95.

17. Fischer, O. — Untersuchungen der Stalluft auf CO_2 und Ammoniak. Vet. med. Diss. Bern (1909).

18. Frank, G. — Untersuchungen der Stalluft und der Lüftungseinrichtungen in Stallungen des Kreises Kulmbach/Ofr. Vet. med. Diss. München (1951).

19. Fuhrimann, K. — Beitrag zur Bestimmung des Stallklimas. Vet. med. Diss. Zürich (1944).

20. Gerspach, K. — Stallbau und gesunde Tierhaltung. Verlag Müller, Karlsruhe (1956).

21. Goldinger, J. — Untersuchungen von Rinder- und Schweinestallungen im Sinne der praktischen Stallkontrolle. Vet. med. Diss. Zürich (1935).

22. Hays, W.P. — The Effect of Environmental Temperature on the Percentage of Fat in Cow's Milk. Jour. Dairy Sci. 9 (1926), 219.

23. Heckl, R. — Baustoffe, Bauteile und Wärmeschutz. Bauen auf dem Lande 7 (1956), 41.

24. Honold, N. — Die Zusammenhänge von Hygiene und Klima im Rinderstall. Vet. med. Diss. Gießen (1952).

25. Hussel, L. — Lehrbuch der Veterinär-Hygiene. Verlag Hirzel, Leipzig (1963).

26. Jebautzke, W. und Pohlmann, H. — Rindviehställe. Verlag Paul Parey, Berlin (1966).

27. Jentsch, A. — Stallbau und Lüftung. Stang und Wirth, 9 (1931), 521.

28. Kalich, J. — Vergleichende stallklimatische Untersuchungen in alten und neuen Rinderställen Süddeutschlands. Tierärztl. Umschau 16 (1961), 374.

29. Kalich, J. und Fröhlich, E. — Körper- und Hauttemperaturen unserer Haustiere unter besonderer Berücksichtigung der Sonnenbestrahlung. Monh. f. Tierheilkunde 10, Heft 8 (1958).

30. Kalich, J. — Die Bedeutung der Wärme für die Ferkelaufzucht und Schweinemast. Bayer. Landw. Jahrbuch 39, Heft 1 (1962), 41-52.

31. Kirsch, H. — Hygiene im Rindviehstall. Siehe: Jebautzke u. Pohlmann, Rindviehställe.

32. Klimmer, M. — Veterinär-Hygiene. Verlag Paul Parey, Berlin (1914).

33. Klimmer, M. — Gesundheitspflege der landwirtschaftlichen Nutztiere. Verlag Paul Parey, Berlin (1924).

34. Kräußlich, H. und Stark, G. — Die künstliche Besamung in Bayern. Jahresbericht d. Arbeitsgemeinsch. d. Besamungsstationen in Bayern (1966).

35. Kronacher, C. — Allgemeine Tierzucht. Verlag Paul Parey, Berlin (1928).

36. Kulke, E. — Milchviehställe, Neu- und Umbauten. Verlag Th. Mann, Hildesheim (1961).

37. Lehmeyer, B. — Untersuchungen über den Kohlensäure- und Wasserdampfgehalt der Stalluft. Vet. med. Diss. München (1927).

38. Miessner, H. u. Schoop, G. — Veterinär-Hygiene mit Anleitung für die hygienischen Übungen. Verlag Schaper, Hannover (1935).

39. Nusshag, W. — Hygiene der Haustiere. Verlag Hirzel, Leipzig (1957).

40. Ober, J. — Der Rindviehstall. Verlag Ulmer, Stuttgart (1957).

41. Ober, J. — Stallhöhe, Lüftung und Wärmeschutz. Bauen auf dem Lande, 8 (1957), 103.

42. Ober, J. — Gesundes Stallklima. Bayer. Landw. Verlag, München (1957).

43. Otto, L. — in: Neuzeitliche Viehhaltung und Tierheilkunde von E. Meyer. Verlag Bertelsmann, Gütersloh (1953).

44. Regan, W. M. u. Richardson — Reactions of the Dairy Cows to Changes in Environmental Temperature. Bull. Division of Animal Husbandry Univ. of California, Davis, Calif.

45. Reich, E. — Der Einfluß der Baustoffe auf das Stallklima. Vet. med. Diss. München (1960).

46. Riebe, H. — Der moderne Kuhstall - Arbeit und Gebäudeplanung in der Viehhaltung. Schriftreihe d. Landwirtschafts-Fakultät d. Univ. Kiel, 20, Kiel (1958).

47. Rolle, M. — Veterinär-Hygiene. Manuskript München (1949).

48. Roots, E., Haupt, H. u. Hartwigk, H. — Veterinär-Hygiene. Verlag Paul Parey, Berlin (1955).

49. Ruder, E. — Der Einfluß der Art der Jaucheabführung auf den Ammoniakgehalt der Stalluft. Vet. med. Diss. München (1952).

50. Rueff, A. von — Bau und Einrichtung der Stallungen und Aufenthaltsorte unserer nutzbaren Hausthiere. Nach Tiedemann (1870).

51. Seilnacht, W. — Das Bauen in der Landwirtschaft. Verlag Mayer, Ravensburg (1950).

52. Schmidt, G. — Stallklimatische Untersuchungen in Rinderställen des Landkreises Kusel (Pfalz). Vet. med. Diss. München (1960).

53. Schreiber, G. — Untersuchungen über den Einfluß der Stallverhältnisse auf das Fortpflanzungsgeschehen der Rinder. Zchtgskd. 24 (1953), 107.

54. Schropp, W. und Lohner, J. — Vorläufige Betrachtungen der bisherigen Offenstallversuchsergebnisse bei Milchvieh auf dem Veitshof. Zchtgskd. 29 (1957), 105.

55. Stegenga, Th. — Der Einfluß des Lichtes auf verschiedene Lebensprozesse bei den Haustieren. Landw. Zentralbl. 3 (1960), 908.

56. Stietenroth, K. — Der Nachteil zu großer Ställe. Bauen auf dem Lande 8 (1957), 154.

57. Stietenroth, K. — Die Lüftung in Rindviehställen. Bauen auf dem Lande 7 (1956), 134.

58. Stietenroth, K. — Gutes Stallklima im Winter. Bauen auf dem Lande 14 (1963), 56.

59. Stockklausner, F. — Zur Frage der zweckmäßigsten Temperatur in Milchviehstallungen. Südd. Landw. Tierz. 27 (1932), 86.

60. Tiedemann, von — Das landwirtschaftliche Bauwesen. Verlag Hofstetter, Halle a/S. (1882).

61. Voth, A. und Kaufmann, W. — Untersuchungen über den Einfluß des Lichtes auf den Unterschied im Fettgehalt der Morgen- und Abendmilch beim Rind. Kieler Milchwirtsch. Forschsber. 9 (1957), 209.

62. Zorn, W. — Stallverbesserung und Stallneubau. Verlag Ulmer, Stuttgart (1949).

Herrn Professor Dr. K a l i c h danke ich für die freundliche Überlassung des Themas und für die mir jederzeit gern gewährte Unterstützung.

L e b e n s l a u f

Am 2. März 1923 wurde ich, Karlheinz L a n g e r, als Sohn des Lehrers Alfons Langer und seiner Ehefrau Margarete, geb. Grocholl, in Ratibor/Oberschlesien geboren.

Nach der Volksschulzeit besuchte ich das Staatliche Humanistische Gymnasium in Ratibor, welches ich 1940 mit dem Zeugnis der Reife verließ. Anschließend wurde ich zur Wehrmacht eingezogen und nach meiner fünften Verwundung im Jahre 1945 nach Freising/Obb. entlassen.

1946 begann ich an der Tierärztlichen Fakultät der Universität München das Studium der Veterinärmedizin, das ich 1951 mit dem Staatsexamen abschloß.

Nach meiner Bestallung ließ ich mich in Freising als prakt. Tierarzt nieder.

Ich bin verheiratet und habe einen Sohn.